إليزابيث رايدر مونتجومري

إختراعات عظيمة في قصص

ترجمة

د.حسن فهمي

تقديم ومراجعة

حازم عوض

الكتاب: إختراعات عظيمة في قصص

الكاتب: إليزابيث رايدر مونتجومري

ترجمة : د.حسن فهمي

تقديم ومراجعة: حازم عوض

الطبعة: ٢٠٢٣

الناشر: وكالة الصحافة العربية (ناشرون)



٥ ش عبد المنعم سالم – الوحدة العربية – مدكور- الهرم –
الجيزة - جمهورية مصر العربية
هاتف : ٣٥٨٢٥٢٩٣ _ ٣٥٨٦٧٥٧٦ _ ٣٥٨٦٧٥٧٥
فاكس : ٣٥٨٧٨٣٧٣

http://www. bookapa.com **E-mail: info@bookapa.com**

دار الكتب المصرية
فهرسة أثناء النشر

مونتجومري ، إليزابيث رايدر
إختراعات عظيمة في قصص / إليزابيث رايدر مونتجومري, ترجمة : د.حسن فهمي، تقديم ومراجعة: حازم عوض – الجيزة – وكالة الصحافة العربية.
١٩٦ ص، ١٨*٢١ سم.
الترقيم الدولى: ٥ – ٦٥٤ – ٩٩١ – ٩٧٧– ٩٧٨
أ – العنوان رقم الإيداع : ٢٧٢٥٥ / ٢٠٢٢

إختراعات عظيمة في قصص



مقدمة

"إختراعات عظيمة في قصص" هذا هو عنوان الكتاب الذي يتوجه للقارىء بعامة، وللشباب والفتيان منهم بخاصة، فهذا الكتاب، الذي ألفته الكاتبة الأمريكية "إليزابيث رايدر مونتجومري" وهي المختصة في أدب الأطفال وفي تبسيط العلوم لهم، وترجمه إلى اللغة العربية الدكتور حسن فهمي وكان وقت ترجمته للكتاب قبل أكثر من نصف قرن أستاذا للهندسة في الجامعة، وقد أحسن اختيار الكتاب وأحسن ترجمته، فصاحبة الكتاب اختارت موضوعه بعناية، فقد اختارت أن تتحدث فيه عن المخترعين وعن اختراعاتهم، لم تفصل بين العالم وعلمه، ولا بين المبدع وإبداعه، بل كشفت عن الارتباط العضوي بينهما، ووضعت ذلك في قصص وليس في مقالات، فقد أدركت ما لفن القص من تأثير على نفسية وعقل القارىء، وصاغت قصص الكتاب في صور مشوقة لطيفة تفيض بالحياة، تروق للقارىء الشاب، كما عرضت التفاصيل العلمية في بساطة، تقربها إلى ذهن القارئ.. وعن ذلك أوضحت المؤلفة هدفها من الكتاب ومنهجها في تأليفه بقولها:

".. وما القصص التي أوردتها، إلا تقدمة، رسمت خطتها لتعريفك بأبطالها تعريفاً قصصياً، ولقد اخترت شخصاً واحداً من بين الأشخاص الذين عملوا في كل اختراع، وكان اختياري له إما لأنه كان الأصل في الفكرة التي بنى عليها الاختراع، وإما لأنه قام بدور هام في تطويره وتحسينه. ولقد حاولت أن أقدم لك هؤلاء الأشخاص، كأنهم أشخاص عاديون، فرويت لك أحاديثهم وأفكارهم، كما تخيلتها، حتى تستطيع أن تعيش بخيالك معهم. كما حاولت أن أوضح لك اختراعاتهم، ببساطة وإيجاز. وبينت بقدر المستطاع طرفا من طريقة الأداء لكل منها. فإذا رغبت أن تستزيد من المعرفة عن هذه الاختراعات، فعليك بقراءة ما ترغب من مؤلفات..".

وهكذا أبانت المؤلفة القصد من كتابها، ووضحت كيف أنها عنيت بالقصة

عناية كبيرة، في سبيل التشويق والإثارة العلمية، لتشجع القارئ، على الاستزادة من المعرفة، وهذا ما ترجوه "وكالة الصحافة العربية – ناشرون" بإقدامها على إعادة نشر هذا الكتاب النادر.

وفضلا عن ذلك يعبر موضوع الكتاب وأسلوبه عن قناعة بأن الكتابة الموجهة إلى الأطفال يجب أن تكون رشيقة رقيقة، غير مترهلة، ويستحث خطى الراوي ألا تحيد عن الهدف، بالابتعاد قدر الإمكان عن الجمل والعبارات والتراكيب الزائدة، لإحداث التشويق وشدّ الطفل لمتابعة القصة. فالطفل، لا يقبل على الحديث الغامض المموّه، والخالي من المعنى، إنه يريدنا أن نتحدث إليه بصراحة، وأن نسمي الأشياء بأسمائها، وإذ تتصل هذه السمة برفض التطويل والثرثرة، فالطفل لا يستطيع الإقرار بما يخالف معارفه الناجمة عن صلته الحسية بظواهر العالم، ومكونات المحيط الطبيعي والاجتماعي، وليس بمقدوره أن يوافق على مخالفة انطباعاته ومدركاته عن الأشياء والأحياء والعلاقات إنه يتوق إلى تنمية هذه الانطباعات والمدركات بما ينسجم مع ما تنطوي عليه من تصورات ومفاهيم تشكّلت في مخيلته وعقله، وكمنت في ذاكرته.

والكتابة للطفل ليس عملًا سهلًا؛ لأنه ليس مجرد متلقٍ عادي يمكنه أن يستوعب كل ما يقدم إليه، ومن ثم فإنه يحتاج إلى دراسة نفسية جيدة لمختلف مراحل نموه، فإذا كان الطفل في سنيه الأولى لا يعرف غير مفردات بيئته وواقعه، فإنه في مرحلة التعليم الابتدائي يعشق الخيال والفانتازيا والرغبة في اكتشاف العالم، هذا الأمر الذي يتغير في المرحلة من ١٢ إلى ١٧ من عمره، حيث يعود إلى الواقع من جديد، محاولًا فهم مشكلات العالم الواقعي، باحثًا عن كيفية التعامل معه.

ولم يعد الطفل الذي لديه خمسة أعوام الآن بوعي الطفل نفسه الذي كانت لديه خمسة أعوام حين انتهت الألفية السابقة؛ فالطفرة الحادثة في وسائل التواصل وما لازمها من ثورة تقنية لم تلغ دور القراءة لدى الطفل، لكنها فتحت مصادر

تلقي المعرفة على اتساعها أمامه، وهو ما خلق حالة من العشوائية في المعرفة لديه، وهو ما يستدعي تعاون دور النشر والمعنيين بالكتابة للطفل وأساتذة علم نفس الطفل في تأمل الأمر، والبحث في كيفية ترشيد معرفة الأطفال بما يتوافق مع طبيعة مراحلهم العمرية واحتياجاتها.

كذلك يجب أن ندرك أن التطور الكبير الذي شهدته أميركا والصين ودول أوربية وآسيوية، لا يعود إلى التغيير في المناهج والبرامج فقط، أو إلى العناية بالثقافة العقلية، وبالأنشطة الموازية، وسواها من المواد والوسائل التربوية والتعليمية الناجحة... إنّما إلى تغيير نظرتها إلى الطفل (عن قناعة تامة) وبالتالي، إلى المُواطن، كعنصر فعّال في التنمية.

إن هذا الإدراك يدعونا للتفكير، من جديد، بماهية أدب الطفل والنظر إلى فاعلية ابتكار العوالم السردية فيه، وتأمّل قدرته على تركيب عناصره لإنتاج التنوع والثراء اللذين يميزانه، إن العامل الأهم في تحديد سبل الخيال هو تأمين صلة جديدة مع الطفل نفسه تُبنى على مستجدات علوم النفس، والتربية، والاجتماع، والإفادة من منتجات علوم الاتصال الحديثة، فالخيال لا ينفصل عما تحققه العلوم والفنون والآداب من مبتكرات في فهم الإنسان، إنما يعمل على تغذيتها وفي الوقت نفسه يتغذى على ما تحققه من خطوات تقوم بالأساس على ما يقترحه من «علاقة جدلية بين الواقع واللاواقع، بين الحضور والغياب، بين الوجود والعدم، بين ما هو شخصي وما هو كلي، وثم تتكشف منجزات الخيال الإبداعي عندما يهبنا صورًا تعبّر عن علاقة الإنسان بالعالم»، لتكون تلك نقطة الانطلاق لتجديد الكتابة في أدب الطفل بوصفه أحد أهم أنواع الأدب وأعلاها منزلةً وجمالًا.

نعود بعد هذا المدخل إلى كتابنا وهو كما يوضح عنوانه ليس كتابا من كتب تبسيط العلوم، كذلك لا ينتمي إلى أدب الخيال العلمي، بل هو قصص بسيط موجه للطفل يتخذ من العلوم والاختراعات موضوعا له، ويضمن ذلك مع

مقتطفات من سير المخترعين، فيجمع الكتاب بذلك بين الأدب والعلم والتاريخ، ويصهرهم معا في بوتقة واحدة تؤكد براعة الكاتبة، وأيضا قدرة المترجم الفائقة الذي قدم نصا يبدو لمن يقرأه وكأنه مكتوب أساسا باللغة العربية وليس منقول إليها من لغة أخرى.

وقد قسمت المؤلفة كتابها إلى جزئين، خصصت الجزء الأول لقصص تناولت اختراعات وصفتها بأنها طورت وسائل الاتصال بين الناس، أي تكشف عن دور العلم في توطيد أواصر التواصل بين البشر وقدمت في هذا المحور خمسة عشر قصة تتوزع على ثلاثة أقسام أو مجالات وهي: الطباعة و السمعيات ثم الصور والتصوير، بينما دارت قصص الجزء الثاني منه، وعددها إحدى وعشرين قصة، حول ما اسمته الكاتبة " اختراعات في سبيل الصناعة"، أي الاختراعات التي أسهمت في تطوير الثورة الصناعية التي أدخلت البشر إلى النهضة الحديثة بكل ما ارتبط بها من آثار اقتصادية واجتماعية، وتوزعت القصص أيضا على ثلاثة مجالات هي: الآلات أو الماكينات، ثم الكهرباء وأخيرا الكيمياء.

وهكذا تضافرت قصص الكتاب جميعا في رسم صورة للعالم من خلال المخترعين واختراعاتهم تقف بالقارىء الشاب على تاريخ التطور العلمي الذي شهدته البشرية في مسيرتها باتجاه العصر الحديث.

حازم عوض

الجزء الأول

اختراعات طورت وسائل الاتصال بين الناس

أولا: الطباعة

١- الطباعة لفائدة الفقراء

لو كان الكتاب الواحد يكلفك مائة جنيه مثلا، فما عدد الكتب التي كنت تقرؤها؟.. أغلب الظن أنك كنت ستقرأ عددا قليلا من الكتب، وربما لا تقرأ كتابا واحدا. ولو كان هذا هو حال الدنيا، ما استطاع أن يقرأ الكتب إلا كل غني قادر، وما أمكن إنشاء المكتبات العامة، ولتعذر على المدارس توزيع الكتب الدراسية على التلاميذ، ولحرم الناس الصحف والمجلات.

منذ خمسمائة عام تقريبا، كان ثمن الكتاب الواحد يتراوح ما بين مائة وخمسين جنيها ومائتي جنيه، وذلك لأن الكتب كانت تكتب باليد بعناية ودقة، كما كانت تزين صفحاتها بالرسوم والنقوش. وكان إخراج الكتاب الواحد يستغرق شهورا في عمل مضن يحتاج إلى صبر وأناة عظيمين. فلا عجب إذن أن تتكلف الكتب هذه المبالغ الباهظة.

ولكن هذا الحال لم يدم، لحسن الحظ، وقيض الله للعالم رجلا كشف عن طريقة لإخراج عدد من الكتب، بالجهد نفسه الذي يلزم لإخراج كتاب واحد. ذلك بقطع وتشكيل الحروف على لوحة خشبية، ثم بعد ذلك تُكسى بالحبر ويُضغط بها على الورق، فتظهر عليه الكتابة واضحة. ومع هذا كان نقش هذه اللوحة الخشبية يستلزم عملا شاقا، وجهدا يستغرق أسابيع، لإنهاء لوحة خشبية واحدة، كما أن كل صفحة من صفحات الكتاب، كانت تحتاج إلى لوحة خاصة بها. لذلك كانت طباعة الكتب بهذه الطريقة عملا شاقا باهظ التكاليف.

وكانت هذه هي طريقة إخراج الكتب، حتى منتصف القرن الخامس عشر، عندما اكتشف رجل طريقة أخرى. سهلة ميسورة لطبع الكتب.. والشائع أنه كان شابا يشتغل في صقل الأحجار الكريمة في مدينة "ميتز" بألمانيا. يدعى "جون جوتنبرج"، فلا ضير إذن من أن نسرد قصته.

ذات مساء كان "جوتنبرج" يقوم بحفر حروف لوحة وتشكيلها لطبع صفحة من صفحات التوراة، وكان عمله هذا قد استغرق أمسيات أسبوعين أو أكثر، قضاها يعمل في أوقات فراغه، بعد عمله في صقل الجواهر. فكان ينصرف إلى منزله، بعد أن يغلق متجره، ثم يدأب على حفر حروف الطباعة وتشكيلها على اللوحات. وكانت هذه اللوحة على وشك الانتهاء.. وبينما هو كذلك، التفتت إليه زوجته "أنا" وكانت تحيك بعض الملابس، وقالت له:

– "كيف حال الحفر.. أتنتهي هذه اللوحة الليلة؟" فألقى جون محفاره، وأخذ يفرك أصابعه المتعبة وقال:

– "نعم.. بقيت كلمتان، وبعدهما تنتهي هذه الصفحة، هذه عملية شاقة"..

فأجابته زوجته:

– "عندما تنتهي هذه اللوحة، سترى عملك عظيما رائعا، وبعد ذلك ستتمكن من طبع إنجيل "القديس متى" وتخرج منه ما شئت من نسخ".

فتناول "جون" محفاره، واستأنف عمله.. وبينما هو كذلك، انزلق المحفار.. ومر على الحروف المنقوشة، فشوهها وأتلف اللوحة التي كادت أن تنتهي. فشهقت "أنا" قائلة:

– "آه يا جون! يا للأسف.. انزلاقة بسيطة من سكين الحفر أتلفت اللوحة كلها..".

ونظر "جون جوتنبرج" إلى عمله المتلف وهو يتميز غيظاً.. ثم أخذ يمعن في التفكير وأخذت تراوده الأفكار.. ما الفائدة؟.. هذا الحفر متعب شاق وانزلاقة بسيطة تتلف حفرا استغرق أسبوعين.. كان "جوتنبرج" يود أن يطبع التوراة ليستطيع الجميع قراءتها.. حتى الفقراء الذين لم يروا كتابا في حياتهم.. ولكن هذا العمل مع ما فيه من مشقة وتعب غير مجد.. لأنه يدمر في لحظة..

ثم جلس يحدق النظر في اللوحة محدثا نفسه:

- "لا يمكنني أن أصدق أن مثل هذا العمل ميئوس منه! ولابد لي من انجازه مهما كلف الأمر.. لابد من العثور على طريقة أسهل من هذه..!"

ثم أخذ يفحص الحروف التي لم تمر عليها شفرة السكين فرآها مستوية، منتظمة جميلة.. قد حفرت بعناية ودقة.. وليس من المعقول أن تبقى بلا فائدة.. وفجأة خطرت له فكرة. فتناول سكينه وأخذ يقطع بها اللوحة قطعا صغيرة فصاحت فيه "أنا" قائلة:

- "لا تقطعها يا جون، ولا تيأس.. إن بعض الحروف لا يزال جيدا لم يتلف.. ولعلك تستطيع استعمالها بطريقة ما"، فأجابها جون:

- "هذا ما قصدته، وسوف أستفيد من الحروف الباقية، وأجرب طريقة أخرى للطباعة.. فربما أمكنني استعمال الحرف الواحد مرة بعد أخرى".

فتعجبت "أنا" لقوله هذا، وتركت حياكتها، واتجهت نحو زوجها وأخذت تتأمل ما يفعله، فرأته يفصل الحروف بعضها عن بعض، ثم يأخذ في تجميع الحروف المقطوعة في صفوف متراصة، كل قطعة منقوش عليها حرف هجائي.. فقالت "أنا":

- "ما هذا؟.. أنني لا أفهم غرضك من ذلك.. كيف تستطيع الاستفادة من

هذه الحروف المنفصلة.. هل تطبع كل واحد منها على حدة؟"..

فأجابها زوجها وهو يقطع آخر حرف من هذه الحروف:

- "ليس الأمر كما تظنين، أنني سأجمع هذه الحروف في كلمات ثم أكون من الكلمات سطورا هكذا.." ثم أخذ يجمع هذه القطع في صف واحد، ثم قال:

- وسوف أربطها معا هكذا.. وأطبع بها بعد ذلك..

وأخذ خيطا مما تستعمله زوجته في حياكتها، ولفه حول قطع الحروف وربطها ربطا محكما.. وهكذا صنع منها كلمة واحدة.. ثم دهن الحروف بالحبر وضغطها على قطعة من الورق.. ثم رفعها باحتراس.

وما كادت "أنا" ترى ما حدث حتى ضحكت مسرورة، وقالت:

- "هذا اسمي.. لقد طبعت اسمي يا جون.. يا للعجب!"

فأجابها "جون" وكله سرور:

- "أي نعم يا "أنا" لقد اكتشفت طريقة سريعة للطباعة.. لأني كما ترين، أستطيع أن استعمل الحروف المرة بعد الأخرى إذا كانت مفصلة بعضها عن بعض. وهكذا يمكن طبع آلاف من الكتب باستعمال عدد من الحروف لا يتجاوز بضع مئات.. وهذه طريقة لطبع الكتب بسهولة وبتكاليف قليلة.. تجعلها في متناول الجميع.. فيقرأ الكتب الناس أجمعون!

عمل جون بعد ذلك سنوات عديدة، في تنفيذ اختراعه، قبل أن ينتشر ويعم استعماله. وكان عليه أن يجد وسيلة جيدة لاستعمال الحروف المتغيرة المحفورة في الخشب، لأنها لم تكن تتحمل كثيرا، وكانت تتشبع بالحبر. فتلين بعد

طبعات قليلة فلا يظهر المطبوع بها بوضوح. فحاول صنع حروفه من الرصاص. ولكن الرصاص كان لينا جدا، لا يتحمل ضغط الطبع الذي يفرطح الحروف ويطمسها. وفكر في صنع حروف من الحديد. ولكنه لم ينجح في ذلك لصلابة الحديد وصعوبة حفر الحروف عليه.. وبعد محاولات عديدة وتجارب مختلفة. اكتشف خليطا من الرصاص والقصدير الأنتيمون، فصنع الحروف منها بنجاح عظيم.

ثم اتضح له بعد ذلك، أن حفر الحروف عملية شاقة جدا، مهما كانت المادة التي تحفر عليها.. فحاول سبك الحروف في قوالب، وذلك بحفر قالب لكل حرف، ثم يصب المعدل المنصهر، (وهو سبيكة من الرصاص والقصدير والأنتيمون) في هذه القوالب. وبعد أن يتجمد المعدن المنصهر في القوالب، يصير حروفا تستعمل في الطباعة. وبهذه الطريقة تمكن من صنع عدد كبير جدا من كل حرف دون عناء أو تعب.

وكانت الخطوة الثانية، إيجاد ماكينة طباعة تصلح لاستعمال هذه الحروف المعدنية الجديدة. وفعلا حاول صنع واحدة على نمط عصارة النبيذ. وهي عبارة عن إطار خشبي قائم، مركب في أعلاه لولب كبير، مثبتة في طرفه لوحة مستوية ناعمة، ترتفع بارتفاعه وتنخفض بانخفاضه، وعلى نضد قريب، ترتب الحروف وتجمع في إطار يضمها بعضها مع بعض. ثم تكسى الحروف بالحبر ويدفع النضد تحت اللوحة المثبتة في اللولب، بعد وضع ورقة على الحروف، ثم يدار اللولب فينزل باللوحة. ويضغط على الحروف ضغطا منتظما مستويا. وبعد ذلك يدار اللولب راجعا، فترتفع اللوحة عن الورقة التي على الحروف، ثم تنزع الورقة عن الحروف باحتراس، فتخرج مطبوعة. وبهذه الطريقة، استطاع جوتنبرج أن يطبع آلافا من الكتب، بعدد محدود من حروف الطباعة. وتحقق بذلك حلمه، وأصبحت الكتب في متناول الجميع لقلة تكاليفها.

٢- المطابع الدوارة

لو شاهدت إحدى ماكينات طباعة الصحف الحديثة، لتعجبت من حجمها، فهذه الماكينات هائلة ضخمة، تقارب في الحجم مبنى من مباني المدن، معقدة التركيب، وبها من الأجزاء والأجهزة الكثير: ملفات للورق ودرافيل للطباعة وتروس وغير ذلك.. هذه الماكينة تطبع الصحيفة، وتطويها، ثم تحصي أعدادها وتحزمها في ربطات.. آلافا فوق آلاف كل ساعة.

وتختلف هذه الماكينة اختلافا كبيرا عن الماكينة الصغيرة المستوية التي كان يستعملها جوتنبرج، وكان يديرها باليد. والتي استمر استعمالها مئات السنين بعد ذلك.. حتى اخترعت ماكينات الطباعة الدوارة. ومع أن المطابع المستوية، كانت قد أديرت بالبخار وأدخلت عليها تحسينات كثيرة، إلا أن سرعتها لم تجار نمو الصحافة المطرد، وتهافت الناس على قراءة الجرائد، ومعرفة الأخبار. وكانت هذه المطابع المستوية، هي الوسيلة الوحيدة للطباعة. حتى خطر لرجل من أسرة تشتغل في صناعة ماكينات الطباعة أن يعدل ويغير في طريقة الطباعة لمواجهة هذا الحال.. وقام فعلا بذلك.

* * *

ذات يوم من عام ١٨٤٦ جلس الإخوة "هو" الثلاثة: "ريتشارد" و"روبرت" و"بيتر" يتناقشون ويتذاكرون في مكتبهم حول المشاكل التي تواجههم في مصنعهم الذي كان قائما على صناعة ماكينات الطباعة.. وكانت الماكينات التي ينتجونها أكثر الماكينات انتشارا في أمريكا. وكانت تجارتهم فيها رائجة رابحة وفي تقدم مستمر. ولكن ناشري الصحف والكتب وغيرها من المطبوعات، كانوا دائمي الشكوى من بطء هذه الماكينات.

فقال "روبرت":

– لقد أدخلنا تحسينات كثيرة على ماكيناتنا، وأصبحت تمتاز عن غيرها كثيرا.. ولست أدري ما الذي يمكننا أن نفعله في هذا الشأن.

فأجابه "بيتر":

– ليست المعضلة في أن ماكيناتنا أبطأ مما كانت عليه، ولكن المشكلة هي أن الطلب على الطباعة يزداد باطراد، بازدياد الطلب على الصحف يوما بعد يوم.. ولا تستطيع المطابع تلبية هذا الطلب وطبع الصحف بالسرعة اللازمة..

فقال "ريتشارد":

– "إن ما نحتاج إليه، والحالة هذه، هو ماكينات طباعة من نوع آخر تطبع بسرعة تفوق سرعة مطابعنا الحالية، مرتين على الأقل. فحضك شقيقاه منه وقالا:

– "هذا هين عند القول.. ولكن كيف السبيل إليه..؟"

فأجابهما ريتشارد:

– "لا أدري حتى الآن.."

ولكن ريتشارد لم ينقطع عن التفكير في هذا الأمر. وفي المساء أخذ يمعن في التفكير، ويقلب الموضوع على وجوهه..

"ماكينة طباعة سريعة.. تطبع أسرع من المعتاد مرتين.. يبدو هذا محالا". ثم أخذ يتخيل ماكينة الطباعة التي كانت تصنع في المصنع، وأخذ يتتبع في تصوره خطوات الطباعة واحدة واحدة.. من البداية إلى النهاية.. من صف الحروف إلى

الورق المطبوع: يكون من الحروف كلمات.. ثم يربطها في إطارها الحديدي.. ثم يضعها مستوية على نضد ماكينة الطباعة.. وبعد ذلك.. يدخل الورق في الماكينة ورقة ورقة على الأسطوانة الدوارة، التي تتدحرج على الحروف المغطاة بالحبر.. فتطبع الورقة.. ثم يتناول الورقة التالية.. كل هذا في مخيلته.. ثم رأى بعين بصيرته أن الأسطوانة توالي الدوران ولا تقف بتاتا، في انتظار الورقة بعد الورقة.. وبذلك يضيع الوقت..! ثم أخذ يفكر.. "هل من الممكن استخدام رجلين لإدخال الورق في أسطوانة واحدة؟.. هل في هذا حل للمشكلة؟ هل يمكن بذلك تحقيق سرعة الطباعة؟.. لا.. هذا لا يفيد.. لأنه يجب إخراج إطار حروف الطباعة لتحبير حروفه.. فيخرج إطار الحروف ويدخل.. بينما تدور الأسطوانة.. وتدور.. وتدور باستمرار".

وفجأة توقف سير تفكيره وخطر له خاطر.. تدور.. تدور.. تدور.. لعل في هذا وسيلة لزيادة سرعة الطباعة..

"لنفرض أننا ثبتنا الحروف على أسطوانة بدلا من وضعها مستوية منبسطة.. وبذلك تدور كل من أسطوانة الحروف وأسطوانة الورق، كما يمكن لأسطوانة الحروف أن تلامس درافيل الحبر، عندما تدور لتقابل الأسطوانة التي تحمل الورق.. وبطبيعة الحال ستمر الورقة بين الأسطوانتين، أسطوانة الحروف وأسطوانة الورق، وتنضغط بينهما على الحروف، فتطبع. فإذا استعملنا أسطوانتين للف الورق. أمكن طبع ضعف العدد الذي يمكن طبعه بالمطابع المستوية".

وعندئذ تناول "ريتشارد هو" قلما وورقا وأخذ يخطط، ويرسم خطة لماكينة طباعة على هذا النمط.. إطار منحن لتثبيت حروف الطباعة، يثبت على اسطوانة كبيرة، ثم أسطوانتان صغيرتان للصحائف. وأما هيكل الماكينة فأمره

هين.. وهنا برزت مشكلة عويصة.. كيف يمكن تثبيت الحروف المعدنية التي لا تنحني على سطح أسطواني غير مستو؟

عالج "ريتشارد" هذه المعضلة ساعات، ناضل فيها نضالا فكريا هائلا، حتى توصل في الصباح إلى حل موفق، وهو أن تصنع المساطر النحاسية التي تفصل الحروف بعضها على بعض، على شكل سكين استفيني المقطع، عريض عند الحد الأعلى ضيق عند الحد الأسفل، وبذلك يعوض فرق الاستدارة، فتركب الحروف المستوية في إطار أسطواني غير مستو..

وأدركه الصباح دون أن يدري.. وهكذا قضى الليل طوله منكبا على تخطيط ماكينة طباعة جديدة.. وبعد ذلك لم يضيع وقتا في الراحة، بل توجه من فوره إلى أخويه، وحياهما ملوحا لهما بملف من الورق قائلا:

"لقد فكرت ورسمت خطة لماكينة طباعة سريعة خاطفة، تضاعف سرعة الطباعة الحالية.. ويمكننا إنتاجها بمصنعنا".

تعجب أخواه من ذلك، غاية العجب، لأنهما انتهيا من مناقشتهما في اليوم السابق إلى أن المشكلة لا حل لها.. وحملقا دهشين في أخيهما فضحك ريتشارد ملء شدقيه، وأخذ يعرض عليهما رسومه وخطة إنتاج الماكينة برغم تعبه ومغالبته للنعاس. فدرس الأخوان الخطة دراسة دقيقة، مؤمنين بأخيهما. وقال "روبرت" أخيرا.

- "أي نعم.. أظن أن هذا هو المطلوب.. ستتمكن هذه الماكينة من طبع ضعف العدد المعتاد الذي تطبعه الماكينات الأخرى.. يا لها من ماكينة لها سرعة البرق.

وبعد أيام، أطلع ريتشارد، محرر "فلدلفيا ببلك لدجر" على تفاصيل

خطته. فأعجب المحرر بها، وطلب صنع ماكينة من هذا النوع الجديد. ثم بدأ الإخوة على الفور في إنتاج هذه الماكينة الجديدة الدوارة.

* * *

وبمرور السنين، أدخلت عليها التحسينات، وتطورت وكبرت وزادت في الحجم سنة بعد سنة.. وهكذا رفع الإخوة الثلاثة اسم "هو" عاليا في عالم الطباعة.. وكلما دارت ماكينات الطباعة الدوارة، ذكر اسم "هو" بالشكر والتقدير.

٣- بيانو الحروف

لا يصعب على أي شخص يعرف القراءة أن يكتب على الآلة الكاتبة. ولكن السرعة في الكتابة تتفاوت إذ يكتب المحترف بسرعة تفوق الوصف، ويكتب المبتدئ ببطء.. غير أن الكتابة في كلتا الحالتين، تكون واضحة مفهومة..

ولا يمكن الاستغناء أبدا عن الآلات الكاتبة، وبخاصة في إدارة شئون مكاتب الأعمال وغيرها من الإدارات، كإدارات النشر وتحرير الصحف. ومن الغريب أنه قيل للرجل الذي اخترعها– ولم يكن هذا منذ أمد بعيد– أن الناس لن يستعملوا هذه الآلات لأنهم يفضلون أن تكون مكاتباتهم مكتوبة بخط اليد!

كان "كريستوفر شولز" محرر جريدة صغيرة، وكان يقضي وقت فراغه في إنجاز بعض أعمال الطباعة المختلفة، التي كان يمقتها لأنها كانت مملة تنحصر في ترقيم صفحات دفاتر الحسابات أو دفاتر صكوك المصارف (الشيكات) وما يماثل ذلك.

وذات يوم من عام ١٨٦٦ كان "شولز" جالسا يطبع أرقام تذاكر كان قد طبعها بمطبعته، ودخل عليه صديقه "سام سول" الذي حضر ليصاحبه إلى منزله.. وسأله "سول":

– ألم تنته بعد من ترقيم هذه التذاكر؟ فأجابه "شولز":

– كلا فالترقيم بهذا الخاتم اليدوي عمل بطئ، لأنه يلزم تغيير الرقم بعد كل ختمة، وليس هذا بأسرع من الترقيم كتابة باليد.

فأجابه "سول":

– يبدو لي أن مثل هذا العمل يجب أن يؤدي بماكينة.

فنظر شولز إلى الخاتم مفكرا.. وبعد هنيهة قال:

– أعتقد يا سام أنه يمكن صنع ماكينة تؤدي هذا العمل، انظر.. كيف يمكن تركيب أجزائها..

وأخذ يوضح له..

فقام "سول"، واتجه نحو "شولز" وأخذ يفحص رسما تخطيطيا رسمه "شولز" في التو واللحظة، يمثل فكرة هذه الماكينة ثم قال:

– هذه فكرة لا بأس بها.. وقد ننجح في صنعها.. ولا أرى مانعا من محاولة ذلك.

وبدأ الصديقان في صنع الماكينة، واستأجرا غرفة صغيرة فوق طاحونة قديمة للشغل فيها، وأخذا يعملان مساء بعد مساء في اختراعهما بعد انتهائهما من عملهما الأصلي أثناء النهار. وكثيرا ما قضيا ليالي برمتها في عمل متواصل.

وعندما فرغا من صنع هذه الماكينة دعا "شولز"– وكان في منتهى السعادة والسرور– جاره الذي كان يشغل الغرفة المجاورة، ليريه ما صنع:

– تعالى يا "جليدن".. ادخل وشاهد اختراعنا الذي انتهينا من صنعه الآن.

فترك "جليدن" عمله، وتوجه إلى غرفتهما، ليرى هذه الماكينة الختامة الجديدة، ثم قال:

– هل هذه هي ماكينة الطباعة التي كلمتاني عنها.. أرياني كيف تشتغل.

فأخذ "شولز" يختم بها. وكانت ماكينة صغيرة، بها عدد صغير من مفاتيح الأرقام.. كلما ضغط على مفتاح منها طبعت رقمه، وإذا ضغط على هذه

المفاتيح بتعاقب طبعت الأرقام المطلوبة دون خطأ واحد.

فنظر "جليدن" إلى اختراع صديقيه مفكرا.. ثم قال:

- أنها- ولا شك- ماكينة ممتازة.. نعم، إنها اختراع مدهش، ولكني أرى أن مثل هذه الماكينة يكون نفعها أعم، لو أمكن طبع الحروف الهجائية بها، كما تطبع الأرقام.. ويبدو لي- ما دمتما قد صنعتما هذه الماكينة- أنه لا يصعب عليكما صنع ماكينة مثلها لطبع الحروف والكلمات، فيمكن طبع كل شيء بها.

ولكن شولز وسول، لم يسمعا الجزء الأخير من حديثه، ولم يعيراه اهتماما يذكر، ولم يهتما باقتراحه، لفرحتهما الشديدة بنجاح اختراعهما، ولسرورهما بأي جليدن في ماكينتهما.

وبعد أسابيع قليلة، عثر "شولز" على مقال في "ذي سينتفك" أمريكان" ذكره بكلمات جاره "جليدن"، إذ وصف المقال "آلة كاتبة" اخترعت حديثا. واحتوى على تنبوء بمستقبل باهر للآلة الكاتبة التي سماها "بيانو الحروف"، وذلك لأن مفاتيح الحروف بها أشبه ما تكون بأصابع البيانو الموسيقي.

كما وضع كاتب المقال، كيف أن أطفال المستقبل لن يحتاجوا لتعلم الكتابة، بل تكفيهم، معرفة كتابة أسمائهم فقط، لأنهم سيكتبون "ببيانو الحروف".

وقرأ "شولز" هذا المقال "لجليدن" و"سول".. فقال جليدن:

- لقد كنت على يقن أنه يمكن صنع ماكينة للكتابة، لكن هذا المخترع سبقك إليها.

وكان "شولز" مكبا على دراسة أوصاف الماكينة الجديدة، التي وردت في المقال، ثم قال:

- لا أظن أن هذا المخترع سبقني في شيء، فالماكينة التي صنعها معقدة، وبها كثير من الأجزاء المعرضة للخلل.. وهي بالتأكيد بطيئة جدا، وأعتقد أن في إمكاني صنع ماكينة كتابة أحسن منها بكثير.

فقال جليدن: لم لا تحاول صنع واحدة إذن؟

فأجابه شولز: سأفعل ذلك إذا ساعدتماني.

فوافق صديقاه على ذلك. وتعاقد الجميع على الاشتراك معا.

وكان على "شولز" أن يفكر ويخطط، ويقدم الأفكار الفنية. وكان على "سول" صنع القطع الدقيقة على ماكينات التشغيل. أما "جليدن" فقد تكفل بالمصروفات. ونجح هذا التعاقد نجاحا عظيما، لأن "شولز" كان ماهرا في التخطيط، وأفكاره نيرة رائعة، ولكنه لا يستطيع تنفيذها لعجزه في الأعمال اليدوية، على العكس من "سول" الذي كان ميكانيكيا ماهرا يمكنه صنع الأجزاء الدقيقة وتركيبها بمهارة وسهولة إذا رسمت له خطتها كاملة. ولما كان كل منهما لا يملك مالا فائضا يصرفان منه على المواد والأدوات اللازمة للصناعة، فقد كان جليدن خير شريك، يتمم هذه المجموعة.

وبدأ الثلاثة يدرسون مشكلات صنع الآلة الكاتبة وصعوبات تركيبها، فبدأوا بجمع المعلومات عن كل ما عمل في هذا الميدان. وكانت دهشتهم عظيمة عندما اكتشفوا أنه قد سبق صنع أربع ماكينات للكتابة، ولم تكن واحدة منها سريعة الأداء بما يناسب الاستعمال العادي، وكانت كل هذه الماكينات بدائية ساذجة، تشبه كثيرا ما يصنع منها اليوم للعب الأطفال. إذ وضعت

حروف الطباعة على حلقة معدنية كبيرة، فإذا كتب عليها، أديرت الحلقة حتى يقابل حرف الطباعة الفراغ المعد له على الورقة، وبطبيعة الحال.. كان ذلك يستغرق وقتا طويلا.. وكانت المعضلة إيجاد وسيلة أخرى أسرع من ذلك. فقال "شولز":

– يستحسن أن تكون مفاتيح الحروف في مكانها ثابتة، فيكون حرف الألف مثلا في مكان واحد دائما، حتى يتمكن الكاتب بالآلة من الضغط عليه، دون النظر إلى الماكينة للبحث عنه فيها.. كما يجب في الوقت نفسه، عند الضغط على أي مفتاح من مفاتيح الحروف، أن يدفع حرف الطباعة المطلوب ويدق به في المكان الذي تدق فيه كل الحروف.

وفجأة اتضح له الحل في لمح البصر.. واستأنف قائلا:

– طبعا، الحل سهل ميسور، إذ يمكن وضع الحروف كلها في دائرة، متجهة جميعا نحو مركز هذه الدائرة، وبذلك يدق كل حرف منها على هذا المركز.

وبعد تفكير قليل قال "سول":

– نعم.. هذا الحل ممكن، لأنه يمكن توصيل كل حرف من حروف الطباعة بروافع خاصة.

فقال "شولز": وتتحرك الورقة– كلما ضغط على مفتاح من مفاتيح الحروف– بوساطة عجلة، وتساوي هذه الحركة عرض الحرف، وبذلك يهيأ مكان للحرف الذي يليه.. نعم.. لقد عثرنا على الفكرة الصحيحة. وأعتقد أننا نستطيع الآن أن نصنع ماكينة للكتابة تؤدي الغرض.

ثم بدأوا فعلا في صنع أول ماكينة كتابة انتهوا منها بعد أشهر قضوها في عمل متواصل..

وكانت هيئة هذه الماكينة مضحكة، فمفاتيح الحروف تشبه أصابع البيانو، وكانت الحروف مرتبة ترتيبا أبجديا، ثم غير هذا الترتيب بعد فترة من الزمان ورتبت الحروف ترتيبا يناسب كثرة استعمالها. وكانت حروف الماكينة كلها حروف بدايات "كابتال"، وكانت غير ظاهرة للعيان، فلا يستطيع الكاتب معرفة ما كتب أو تصحيح الخطأ إلا إذا أخرج الورقة من الماكينة. ولكنها برغم ذلك أدت الغرض، وكتب بها على الورق كتابة واضحة وثبت لديهم أنهم على صواب في خطتهم.

وكذلك ثبت لديهم أن تنفيذ خطتهم كان من الصعوبة بمكان، لأن تحريك الورقة مثلا، كلما دق حرف، استلزم جهدا فكريا وأعمالا فنية دقيقة. كما أن الاحتفاظ بمكان ثابت تدق فيه كل الحروف كان معضلة المعضلات، إذ استلزم حلها استعمال أجزاء ميكانيكية صغيرة في منتهى الدقة، مثل "الكامات والتروس والزمبلكات واللوالب.. الخ" مما لم يسبق استعمالها في ماكينات ذلك الزمان. وكان صنع هذه الأجزاء بالدقة المطلوبة، لإخراج ماكينة تصلح للاستعمال العادي، يكاد يكون مستحيلا.

واتضح بعد ذلك للأصدقاء الثلاثة، أن صنع ماكينة للكتابة، عمل طويل شاق. فاق كل ما تصوروه عندما تعاقدوا على الاشتراك معا في صنع ماكينات للكتابة.. فيئس كل من "سول" و"جليدن" وانصرفا عن الشركة. ولكن "شولز" لم ييأس وبحث عن شريك جديد حتى وجد رجلا اسمه "دنزمور". فاتخذه شريكا. وكان "دنزمور" هذا على يقين أن "للتيبريتر" مستقبلا عظيما، وكان شولز قد أطلق على ماكينة الكتابة هذا الاسم، ومعناه "الكتابة بحروف المطبعة". ولكن "دنزمور" كان على يقين أن هذه الماكينة من الناحية الميكانيكية، دقيقة الأداء، لذلك أخذ يطالب "شولز" بتحسينات كثيرة، وأخذ يلح في ذلك إلحاحا شديدا،

حتى كاد "شولز" نفسه ييأس من هذا العمل، لأنه كان قد صنع ما يقرب من خمسين ماكينة للكتابة، قبل أن ينجح في صنع واحدة تصلح للتسويق.

وأخيرا نال جزاءه الحسن، عندما تولت شركة "رمنجتون" صنع هذه الماكينة. وهكذا دخلت ماكينات الكتابة، المكاتب والإدارات والمنازل والمعاهد.. واتضح للعالم شيئا فشيئا فائدة هذا الاختراع العظيم.

ومن الغريب، أن الكثيرين خشوا استعمال ماكينات الكتابة خوفا من إساءة بعض الناس الذين كانوا يفضلون الرسائل مكتوبة باليد. ولكن بعد سنوات قليلة أصبحت الآلة الكاتبة أداة لا غنى عنها في المكاتب وغيرها في طول البلاد وعرضها.

٤- سطور من حروف الطباعة

تخرج الصحف الكبرى، في بعض الأحيان. خمس طبعات أو ستا في اليوم الواحد، وهذا عمل عظيم يدعو إلى الإعجاب.. فكيف يطبع هذا العدد الهائل من الصحائف في هذا الوقت القصير، وكيف تجمع وترص حروف الطباعة اللازمة لذلك؟..

لو زرت مطبعة من مطابع هذه الصحف، ورأيت قسم التجميع فيها لتولتك الدهشة للسرعة العظيمة التي يتم بها إعداد الحروف بماكينة "اللينوتيب".. أي ماكينة "صف الحروف".

أن مفاتيح حروف هذه الماكينة العجيبة لا تختلف كثيرا عن مفاتيح الآلة الكاتبة، ولكن ماكينة "اللينوتيب" بها مفاتيح أكثر. وهذه المفاتيح تعمل عملا مغايرا لعمل مفاتيح الآلة الكاتبة، فإذا ضغط على مفتاح الحرف "ا" مثلا، فبدلا من أن يدق الحرف "ا" على الورقة، ويترك أثره مطبوعا عليها، فإنه في ماكينة "اللينوتيب" يطلق قالبا معدنيا للحرف "ا" من مكانه.. فيستقر هذا القالب أمام الماكينة في وضع معين. ويتوالى الضغط على مفاتيح الحروف واحدا بعد الآخر، ليتوالى تجمع قوالب الحروف في سطر واحد. وعندما ينتهي تجمع السطر، تحمله الماكينة إلى خزان ساخن ملآن بمصهور معدن حروف الطباعة، الذي يصب المعدن تلقائيا في قوالب الحروف المصفوفة فيملؤها. فيتجمد المعدن لتوه مكونا سطرا من حروف الطباعة يمكن الطبع به مباشرة. وبعد ذلك تقوم هذه الماكينة العجيبة بأداء أعقد عملية لها.. إذ بمجرد الضغط على رافعة يرجع كل قالب من قوالب الحروف إلى مكانه الأصلي- بعد تأدية مهمته- مسترشدا بمجموعة من أسنان دليلية في أعلاه. وبذلك يصبح على استعداد

لإعادة الكرة عند الطلب.

وهكذا يمكن لعامل ماكينة "اللينوتيب" أن يصفف حوالي ١٨٠٠ سطر في اليوم الواحد، فلا غرو أن تستطيع الصحف اليومية إخراج عدة طبعات مختلفة في اليوم الواحد.

* * *

منذ خمسين عاما، كان صف وتجميع حروف الطباعة أمرا مختلفا عنه اليوم. إذ كانت عملية جمع الحروف اللازمة لصفحة واحدة من صفحات جريدة يومية، يستلزم من صفاف الحروف الوقوف ساعات أمام صناديق حروف الطباعة، وكان عليه اختيار كل حرف من القسم المعد له، في لوحة الحروف، يصففه في مسطرة معدنية. وعندما ينتهي من تجميع حروف الطباعة اللازمة للصفحة، بعد عمل طويل ممل، عليه بعد ذلك أن يرجع الحروف بعد انتهاء عملية الطباعة إلى أماكنها في أقسام صندوق حروف الطباعة.. وهذا عمل ممل وعلى وتيرة واحدة.. وكان رجال الطباعة في تلك الأيام، يتنفسون الصعداء عند الانتهاء من إعداد الطبعة الوحيدة اليومية للجريدة.. ولذلك فإن الصحف الكبرى مدينة بالكثير لمخترع "ماكينة اللينوتيب".

* * *

ذات يوم، كان "أوتمار مارجنثالر" في طريقه إلى واشنجتون ليقابل بعض شركائه الذين كانوا يشتغلون في صنع ماكينة (أوتوماتيكية)، لصف وتجميع حروف الطباعة، وكانوا يواجهون صعوبات في عملهم. وكان يخيل لهم أن كل ما يقومون به من أعمال في هذه الماكينة خطأ في خطأ.

حاولوا في بدء الأمر صنع ماكينة تشبه الآلة الكاتبة (التيبريتر) غير أنها

تطبع على الورق "بمداد الليتوجراف" وبعدئذ تنقل الورقة المكتوبة إلى أحجار "الليتوجراف" للطباعة. ولكن هذه الماكينة لم تنجح النجاح المطلوب، فكثيرا ما تخرج النسخ المطبوعة غير واضحة، مشوهة، مهزوزة، كما أن العملية كانت بطيئة جدا.

ثم حاولوا بعد ذلك، دق الحروف، أي الكتابة بالآلة الكاتبة (التيبريتر) على صفحة سميكة مصنوعة من الورق المعجن (البابييه ماشيه) فيشكل كل حرف في هذه الصفحة قالبا له، وتصبح الصفحة كلها قالبا كبيرا للكلمات والسطور التي كتبت بالآلة الكاتبة. وبعد ذلك يصب المعدن المنصهر على هذه الصفحة، وعندما يتجمد المعدن المنصهر يصبح صفحة معدنية كاملة تصلح للطبع منها مباشرة. ولكن هذه الطريقة لم تخل من العيوب، لأن الأثر الذي كان يتركه الحرف بعد دقه على الصفحة المصنوعة من الورق المعجن، لا يخرج واضحا سليما، فكان كل حرف يدق يشوه الأثر الذي تركه الحرف الذي دق قبله. لأنه يدفع بمادة الورق من تحته، فيضغط على الأثر السابق ويشوهه.

ثم حاول "مرجنثالز" طريقة ثالثة. إذ صنع ماكينة لصف حروف الطباعة، ثم صنع من هذه الحروف بعد صفها، قالبا من الورق المعجن، وكان يرجو بذلك أن يستخرج القالب واضحا حادا، فيضغط صفحة حروف الطباعة المصفوفة مرة واحدة على صفحة من الورق المعجن.. ومع هذا لم تخرج اللوحة المعدنية التي كانت تصب على هذا القالب الجماعي واضحة. وكذلك كان الحال عندما حاول سبك الحروف سطر سطرا بماكينة أخرى.. فقطع الأمل بعد ذلك في استعمال الورق المعجن، وكان لابد له من اكتشاف مادة أخرى.

هذا ما كان يشغل "مارجنثالر" حينئذ وهو في طريقه إلى واشنطون، وكانت حالته المعنوية، على غير ما يرام، إذ لم ير سبيلا لحل معضلة ماكينة صف

وتجميع حروف الطباعة تلقائيا "أوتوماتيكيا" التي كان يعقد عليها آمالا كبارا. ولكنه لم ييأس ولم يترك الأمر، بل أصر في نفسه على إيجاد حل موفق لهذه المعضلة.. وهو الذي سبق له أن ابتكر وصنع كثيرا من الماكينات الفذة، خلال السنوات التي اشتغلها في مصنع للآلات والأجهزة الكهربية.. وكان على يقين من أن مثل هذه الماكينة يمكن أن تكون.. ولكنه لم يعرف بعد كيف تكون.

وأخذت تتوارد الأفكار عليه.. "لا شك أن سبك حروف الطباعة في لحظة الاحتياج إليها فكرة حسنة. ماذا لو صنعت ماكينة لجمع قوالب الحروف، بدلا من جمع حروف الطباعة نفسها؟.. ثم بعد ذلك تسبك عليها الحروف فورا. ولكن مثل هذه الماكينة، يلزمها استعمال قوالب من النحاس الأصفر.. ثمنها مرتفع جدا.. دولاران للقالب الواحد.. وبهذه الطريقة يلزم- لطبع أي جريدة- آلاف من هذه القوالب.. وهذا مستحيل.. إذن لا يمكن استعمال هذه القوالب النحاسية..".

وعندئذ نظر في حزن من نافذة القطار.. وكان يقترب من واشنجتون.. ثم استأنف "مارجنثالر" تفكيره.. "ماذا لو استطعنا الاستغناء عن هذا العدد الهائل من القوالب؟.. ماذا لو وجدنا طريقة لإرجاع القوالب وإعادة استعمالها؟.. فكلما استعملنا قالبا، أرجعناه فورا إلى مكانه.. ثم أخذناه بعد ذلك عند الحاجة واستعملناه مرة أخرى.. وهلم جرا.. إذا استطعنا ذلك.. جاء الفرج.. ولن تكلفنا هذه القوالب كثيرا.

ولم ينقطع توارد مثل هذه الأفكار على ذهنه.. حتى وصل القطار إلى محطة واشنجتون.. وبينما هو يتناول حقائقه، ليخرج من القطار خطرت له فكرة رائعة..

تحتوي الماكينة على عدة صناديق لهذه القوالب، كل صندوق يخصص

لقالب حرف معين، فإذا ضغط على مفاتيح وروافع الحروف، تؤخذ القوالب قالباً قالبا، وتصفف في سطر واحد. وعند الانتهاء من صف هذه القوالب، يسكب عليها معدن حروف الطباعة المنصهر فيملأ القوالب. ويتجمد المعدن المنصهر لتوه، وبعد ذلك يمكن إرجاع القوالب كل إلى صندوقه الخاص.. ليكون معدا للاستعمال ولإعادة الكرة.. ولكي يمكن فرز هذه القوالب ميكانيكيا، لإعادة كل منها إلى صندوقه، توضع على كعب كل قالب من القوالب مجموعة من الأسنان ترتب ترتيبا خاصا ليتميز قالب كل حرف عن غيره. وتنقل هذه القوالب على قضبان توصل كل قالب إلى صندوقه الخاص به، وهكذا يسقط القالب مكانه ليعاد استعماله عند الطلب.

وهكذا يصبح السطر المسبوك معدا لتجميعه مع غيره، لعمل صفحة كاملة معدة للطبع.

وعندما وصل "مارجنثالر" في تفكيره إلى هذا الحد.. صاح مخاطبا نفسه:

"هذا هو الحل الصحيح.. أنني على يقين من أنه سيؤدي الغرض.. ولن نحتاج إلى استعمال عدد كبير من القوالب.. لأن قليلا منها يكفي.. فسيتوالى استعمال كل واحد منها مرات، المرة بعد الأخرى.. وعلى ذلك لا بأس من صنعها من النحاس الأصفر.. كيف لم يخطر ذلك ببالي من قبل..".

ثم اختطف حقائبه، وقفز من القطار وهو يكاد يطير من التأثر والانفعال، وتوجه مسرعا لمقابلة شركائه.. ولم يكد يراهم حتى بادرهم بما كان يفكر فيه.. وأخبرهم أنه قد عثر على حل لمشكلتهم وأنه يعتقد أن في إمكانه صنع ماكينة تلقائية لتجميع وصف حروف الطباعة.

وكان "مارجنثالر" على حق،.. لأنه حل المعضلة.. وبطبيعة الحال صنع عدة ماكينات تجريبية قبل أن يستطيع أن ينتج الماكينة العملية التي تجمع وتصفف الحروف على طريقته، وأصبحت الفكرة الطارئة التي خطرت له وهو في القطار في طريقه إلى واشنجتون أعظم فكرة في ذاك الزمان.. إذ بتجميع قوالب الحروف منفصلة ثم سبك حروف الطباعة مجمعة سطرا بعد سطر، استطاعت ماكينة "لينوتيب مارجنثالر" أن تنتزع العمل من مجمعي الحروف، وأحدثت بذلك انقلابا خطيرا في عالم الطباعة.

٥- قنطرة ضيقة تعترض طريق الصحافة

برغم زيادة سرعة الطباعة، نتيجة استعمال ماكينات "اللينوتيب" التي أسرعت بعمليات تجميع وتصفيف الحروف، وعقب استعمال ماكينات الطباعة الدوارة التلقائية الضخمة، لم يتحقق إخراج الصحف بالسرعة التي تتناسب وزيادة طلبها. وذلك لعجز عمال اللوحات الناسخة "الاستريوتيب" عن أداء عملهم بالسرعة المناسبة.

وكان من المعروف لدى ناشري الصحف، أنه باستعمال هذه اللوحات، يتيسر لهم استخدام عدد كبير من ماكينات الطباعة لطبع الصفحة الواحدة، في الوقت نفسه. وبذلك يوفرون كثيرا من وقت الطباعة.

واللوحة الناسخة، "الاستريوتيب" عبارة عن كتلة من حروف الطباعة المصففة. في شكل لوح معدني. وتصنع هذه اللوحة بأخذ مجمع الأسطر- أي مجموعة الأسطر التي سبكت في ماكينة "اللينوتيب" بعد تثبيتها في إطار معدني- وتغطى بكسوة مصنوعة من أوراق النشاف والأوراق الرقيقة، ثم يضغط هذا الكساء على سطح حروف الطباعة، وهو مبلل رطب. فتترك الحروف في هذا الكساء اللين الرطب آثارها. ثم يجفف هذا الكساء، وينزع عن الحروف، فيصبح قالبا، يصب فيه معدن حروف الطباعة المنصهر.. فإذا برد المعدن قليلا، ينزع عن القالب ويحنى ليناسب دوران أسطوانة ماكينة الطباعة.

وكانت عمليات صنع هذا الكساء، تؤدي باليد، حتى بداية القرن العشرين. وحتى ذاك الوقت كان قسم "الاستريوتيب" سببا في بطء إخراج الصحف. ولكن قبل نهاية القرن التاسع عشر، لاحظ شاب كان قد تخرج حديثاً من الجامعة، أن عمليات صنع لوحات "الاستريوتيب" تحتاج إلى اختراع،

يسهل أداءها ويقلل العمل فيها لتتناسب وسرعة الطباعة الحديثة، ومن ثم بدأ يعمل جاهدا في هذا السبيل.

نظر "جوردون بنت" ناشر صحيفة "نيويورك هيرالد" إلى الشاب الذي دخل عليه مكتبه وقال له مصافحا:

– أهلا بك "يا هنري".. أنني سعيد برؤيتك.. أترغب في أمر أستطيع أن أقوم لك به؟

فابتسم "هنري. ا. وايز. وود" وهو ينظر إلى صديق والده وأجابه قائلا:

– "نعم.. سيدي.. أود أن أزور وحدات إخراج صحيفتكم، والطواف بأقسامها.. لأني أحب الطباعة.. وكنت دائما أميل إليها.. لذلك درست الهندسة في الجامعة، لأستطيع العمل فيها وإدخال تحسينات على عملياتها.. ولما كانت صحيفتكم من أكبر الصحف.. جئت راجيا أن أتمكن من إكمال دراستي للطباعة فيها".

فوافق "بنت" على ذلك وقال له:

– "بكل سرور يا هنري.. فالهيرالد تحت أمرك.. طف بها كما تشاء، وأدرس وحدات الإنتاج فيها بقدر ما يمكنك لعلك تكشف عن وسيلة نستطيع بها زيادة سرعة طبع هذه الجريدة.. لأننا في الواقع أبطأ في طباعتها مما نحب".

وهكذا بدأ هنري دراساته لمختلف أقسام مكاتب "الهيرالد"، ولم يلبث طويلا حتى عرف أن طبع الصحف يلزمه ثلاثة أقسام ميكانيكية:

الأول: قسم التركيب، حيث تجمع الحروف وتصفف.

الثاني: قسم "الاستريوتيب" حيث تسبك الألواح الطابعة من مجمع واحد

لحروف الطباعة، وذلك لمضاعفة كفاية ومقدرة الطباعة للحروف التي جمعت.

الثالث: قسم الطباعة حيث يتم طبع الصحيفة على الورق.

ولاحظ هنري أن سرعة العمل كانت قد زادت في قسم التركيب باستخدام ماكينات "اللينوتيب" و"المونوتيب" بدلا من اليد العاملة. وفي قسم الطباعة تشتغل ماكينات الطباعة الحديثة الدوارة الضخمة بدلا من العمال. فتخرج الصحائف بمعدل يتراوح بين ١٥٠٠٠ و٤٠٠٠٠ نسخة في الساعة. ولكن قسم "الاستريوتيب" كان لا يزال يستخدم العمال في كل عملياته، فيقوم عمال مدربون بصنع قوالب الورق وصب المعدن المنصهر في هذه القوالب، وتسوية هذه القوالب وغير ذلك. واسترعى انتباهه قسم "الأستريوتيب" هذا، ولاحظ ما يجرى فيه من عمل بطيء معقد في جو حار.. ولاحظ خلوه من المسهلات الميكانيكية.. وكان يشعر أنه يستطيع ابتكار ما يلزم حيال هذا الأمر.

وكانت صحيفة "الهيرالد" تحتاج إلى أربعمائة لوح "استريوتيب" لكل نشرة يومية. ورغم استخدامها لعدد كبير من رجال "الأستريوتيب" فإن إخراجها كان يستغرق ساعة ونصف ساعة. تسعون دقيقة من اللحظة التي ينتهي فيها قسم التركيب من صف وتجميع الحروف.. حتى اللحظة التي يمكن فيها بدء إدارة ماكينات الطباعة.. وقال "هنري وود" في وصفها:

"كأنها قنطرة ضيقة.. عليها خط سكة حديدية مفرد، بين قسمين، بكل منهما خط سكة حديدية رباعي (بأربعة خطوط) يا لها من مضيق يتحكم في طرفي الإنتاج!".

لازم "هنري وود" قسم الأستريوتيب، مدة أربعة أسابيع، درس خلالها مختلف عمليات صنع اللوحات باليد.. وقرر في نفسه أن يصنع ماكينة تؤدي هذه العمليات تلقائيا.. وأخيرا توجه إلى "جوردون هولاند" مدير أعمال جريدة "الهيرالد" وقال له:

"ماذا يا مستر هولاند لو أمكن إخراج لوحات "الأستريوتيب" بماكينة خاصة لذلك.. وأمكن أن نستقطع من وقت الطباعة ساعة لكل نشرة؟".

فأجابه هولاند متعجبا:

"ماكينة تصنع لوحات "الأستريوتيب"! هذا شيء لم يسمع به من قبل".

فقال "وود" بهدوء: "أعتقد أنني أستطيع صنع ماكينة لهذا العمل".

فنظر إليه هولاند متعجبا.. فهذا الشاب خريج الجامعة.. يعرض عليه أمرا لم يخطر على بال أي رجال من رجال الصحافة والطباعة! ويقول له بكل جرأة أنه يستطيع صنع ماكينة لإخراج ألواح "الأستريوتيب" تلقائيا!..

وجلس "هنري وود" ينتظر منه جوابا.. فلقد قال له ما أراد أن يقوله.. وأخيرا أجابه "هولاند":

- "وماذا تريد مني؟"..

فأجابه "وود": "كلفني بصنع ماكينة لإنتاج لوحات "الأستريوتيب".

وعرض "هولاند" الأمر على "بنت" وبقية رجال إدارة "الهيرالد" الذين وافقوا جميعا على أنه إذا أمكن صنع مثل هذه الماكينة فسيكون ذلك شيئا عظيما بالنسبة لعملية إنتاج الصحف، ولكنهم كانوا جميعا على شك في أن صنع هذه الماكينة في المستطاع.

وأخيرا تعاقدت صحيفة "الهيرالد" مع "وود" على أن تدفع "الهيرالد" مبلغ ٢٥٠٠٠ ريال مقابل ماكينة "أستريوتيب" على شرط أن تنتج الماكينة لوحات "الأستريوتيب" مرضية على أن يتحمل "وود" جميع تكاليف صنع هذه الماكينة، ولا يدفع له شيء إذا لم يكن أداء الماكينة مرضيا.

وعندما تأكد "وود" أن لماكينته مشتر، إذا نجح في صنعها صنعا متقنا، بدأ من فوره في العمل وجهز معملا للقيام بالتجارب اللازمة، كما استأجر عمالا ميكانيكيين لمساعدته. ولكنه لم يطلع أحدا على كنه عملياته وتجاربه أو الغرض الحقيقي منها.

اشتغل "هنري. ا. وايز. وود" خمس سنوات، قبل أن يستطيع إنهاء أول ماكينة "الأستريوتيب" تؤدي عملها بنجاح وكان يسميها حينئذ "الأوتوتيب". وفي سنة ١٩٠٠ عندما تأكد تماما أن الماكينة أصبحت تؤدي عملها كالمطلوب دون صعوبة، عرضها على المستر "هولاند" الذي بهرته ماكينة "الأوتوتيب" .

وكانت هذه الماكينة في الواقع ماكينتين: الماكينة الأولى تغطي مجمع حروف الطباعة بالكساء الورقي، ثم تضع على الكساء ملحفة ولوحا من المطاط، وتضغط على الجميع بمكبس بدرافيل دوارة، وذلك لختم حروف الطباعة على الكساء المصنوع من الورق المعجن، ختما مضبوطا.. ويوضع هذا الكساء بعد ذلك في جهاز للتجفيف، ثم يشكل الكساء لينحني في استدارة تناسب انحناء أسطوانة الطباعة الدوارة، ويستغرق هذا دقيقتين.

وبعد ذلك، يؤخذ إلى صندوق القالب، حيث يسكب عليه المعدن المنصهر، الذي يضخ من وعاء معدني كبير، ولا يستغرق ذلك سوى ثلاث عشرة ثانية، حيث تبرد قليلا بدورة مائية. ثم تنقل اللوحة بعد ذلك إلى الماكينة الثانية حيث تسوى أطرافها الخشنة وتهذب استعدادا للطبع. وهكذا تخرج

"الأوتوتيب" تلقائيا أربع لوحات "أستريوتيب" في الدقيقة، معدة إعدادا تاما للطبع بها.. فيا لها من ماكينة فذة! ولم يلبث "هولاند" بعد أن استعرض الماكينة أن سأله:

– "ما مصير عمال "الأستريوتيب" الذين يعملون في الجريدة.. وهذه الماكينة ستقوم مقامهم.. ربما أثاروا لنا المتاعب عندما تستخدم "الهيرالد" هذه "الأوتوتيب".. ونضطر إلى الاستغناء عن خدماتهم.. فلقد جرت العادة أن يغضب العمال ويثيرون المتاعب بسبب الاختراعات التي تقتطع من ضرورة العمل اليدوي".

ولم يغب هذا عن "وود".. لقد كان يفكر فيه دائما. مما دعاه إلى العمل سرا. إذ خشي أن يدمر العمال المهتاجون ماكينته عندما يعرفون بأمرها ويظنون أنهم سيفقدون وظائفهم بسببها.

وتطوع "وود" للعمل على إقناع العمال، ليتجنب غضبهم، فدعا لجنة مكونة من بعض أعضاء نقابة عمال "الأستريوتيب" ليستعرض أمامهم "الأوتوتيب" وأوضح لهم أن الأجهزة والماكينات والتركيبات التي تقتطع من العمل اليدوي، لابد أن يستغنى بسببها عن بعض العمال. إلا أنها في الوقت نفسه تزيد من دائرة العمل وتكبر ميدانه، فتخلق للناس أعمالا كثيرة من نوع آخر وتزيل البطالة. ثم أكد لهم أنه لابد أن يستفيد العمال منها فوائد مضاعفة في آخر الأمر. ولو أن الشك فيما قاله "وود" كان يملأ أفئدة العمال في بدء الأمر، غير أنهم اتفقوا فيما بينهم على ألا يثيروا المتاعب في سبيل استخدام هذه الماكينة الجديدة.. وقد كان.

وبمرور السنوات، تضاعف انتشار الصحف وزاد الاحتياج إلى عمال يديرون هذه الماكينات، وثبت أن "وود" كان محقا فيما قال. فلقد اقتطعت

"الأوتوتيب" معظم العمل الشاق الذي كان يستلزمه صنع لوحات "الأستريوتيب" يدويا.. ولكن فتحت هذه الماكينة سبلاً كثيرة لأعمال مريحة مربحة.

وبذلك وسع "وود" المضيق الذي كان يعرقل العملية الصحافية والذي وصفه بقوله:

- "القنطرة الضيقة التي عليها خط سكة حديد مفرد، في طريق سكة حديدية بأربعة خطوط".

وقدر بذلك لإنتاج الصحف أن يتسع وتتساوى أقسام إنتاجها من حيث المقدرة والكفاية.

ثانيا: السمعيات

١- دفتر للرسم لا يقدر بثمن

يستطيع الإنسان، هذه الأيام، أن يرسل برقية لأي شخص آخر من أقصى البلاد إلى أقصاها، ويتسلمها هذا في أقل من نصف ساعة، كما يستطيع، أن يرسل برقية إلى الجانب الآخر من المعمورة فتصل وتسلم في وقت قصير يكاد لا يصدق. ومنذ مائة سنة مضت، كان الاتصال بالبرق (التلغراف) حلما من أحلام قليل من الرجال الذين كانوا يقومون بالتجارب في الكهرباء. ولكن من الغريب أن يقدر لفنان أن يحقق هذا الحلم الذي كان يراود رجال الكهرباء.

* * *

كانت السفينة "سولي" ترسو على رصيف ميناء نيويورك بعد سفرة طويلة بطيئة من فرنسا. وذلك قبيل انتهاء عام ١٨٣٢ وكان من بين المستقبلين شقيقان، حضرا ليستقبلا شقيقا ثالثا جاء على هذه السفينة. وكان هذا الشقيق الثالث "صامول فينلي بريس مورس" الرسام الذائع الصيت. وقال أحد الشقيقين لأخيه، وهو يلوح بيده نحو رجل كان يقف على ظهر السفينة بالقرب من حاجزها:

– "لقد عرفته عن بعد.. انظر أنه يلوح لنا بكراسة رسوماته"

فضحك الأخ الآخر وقال:

- "نعم.. يبدو لي أن هذا الكراس هو أهم ما أحضره معه، أظن أن "فينلي" ملأه برسومات عديدة لمصوراته الجديدة".

- "ولابد أن يكون قد كون آراء عظاما، بعد أن قضى هذه السنوات الطوال خارج البلاد.. وربما أصبح لذلك في مقدمة الرسامين الأمريكيين..".

وانتظر الشقيقان بفارغ الصبر نزول أخيهما العائد من أوروبا إلى البر. وكانا في غاية الشوق إليه بعد غيابه الطويل. كما كانا يتحرقان شوقا لسماع أخبار أسفاره ودراساته، فلقد عودهم أن يقص عليهما، بعد كل سفرة من أسفاره طريف القصص والأخبار عن مشاهداته ودراساته خارج البلاد. وكان محدثا لبقا، يأخذ بلب سامعيه ويشعرهم كأنهم كانوا معه في أسفاره.

وأخيرا، رأى الشقيقان أخاهما "فينلي" ينزل إلى البر ويتجه نحوهما.. وبمجرد أن صار على مسمع منهما صاح قائلا:

- "لدي ما أريد أن أطلعكما عليه.. وأني على يقين أنكما ستعجبان له جدا". ثم لوح بكراسة الرسم التي كانت لا تزال بيده، فضحك "ريتشارد مورس" وقال:

- أهلا بك يا "فينلي" أنه من فضل الله أن نراك ثانيا.. وعسى أن تكون الفكرة التي أتيتنا بها هي الفكرة العجيبة التي ستنتهض بالتصوير الأمريكي..".

فأجاب "فينلي" مصافحا كل منهما:

- "هذه الفكرة اختراع، وليست فكرة فنية للتصوير، هي اختراع وضعت خطته واضحة في هذه الكراسة وضوح حروف الهجاء".

فنظر الأخوان كل منهما للآخر، وابتسما، لأن "فينلي" كان يتكلم بجد وبساطة، وكانت هذه من صفاته التي حببته إلى معارفه.

وبينما هم في طريقهم لإحضار حقائبه، قال ريتشارد:

– "قص علينا أخبار دراساتك، ومن قابلتهم من الناس وصف لنا ما رأيت".

فأجابه فينلي: "كانت دراساتي على ما يرام، فلقد تعلمت الكثير، كما قابلت ناسا في منتهى الظرف، وطبعا سأقص عليكما هذا فيما بعد، لأني أود أن أحدثكما في أمر هام، وأضف لكما اختراعي".

ثم أضاف قائلا:

– "كان معي على السفينة رجل يدعى "فيكتور جاكسون"، وهو من لناس الذين يهتمون بدراسة الكهربا، وكان معه مغناطيس كهربي، وأوضح هذا الرجل لنا بعض تجارب على الكهرباء كان قد شاهدها في أوروبا، وأخبرنا أن التيار الكهربي يمر في التو واللحظة في السلك مهما كان طوله، وبطريقة ما يمكن إظهار آثار مرور هذا التيار في أي نقطة على طول السلك".

ثم توقف فينلي عن الكلام، ليرى تأثير مقاله عليهما، ولكن كل منهما نظر إلى أخيه متسائلا متعجبا: "لماذا يشغل فينلي باله بأمر كهذا؟".. ثم استأنف فينلي الحديث وقال:

– "ألا تعلمان أن وجود التيار الكهربي، يظهر واضحا إذا فتحت الدائرة الكهربية وانقطع مرور التيار في السلك.. ويمكن استخدام هذه الظاهرة في إرسال الرسائل عن طريق الأسلاك؟".

ولكن هذا الإيضاح لم يكف لتغادر علامات الدهشة وعدم الفهم

محياهما.. فاستطرد "فينلي" موضحا فكرته من البداية:

- "إنكما لا شك تعرفان أن المغناطيس الكهربي– وهو عبارة عن ملف من السلك على شكل حدوة الفرس– يفقد مغناطيسيته إذا انقطع التيار عنه".

فأومأ كل منهما موافقا.. فاستطرد "مورس" قائلا:

- "ويمكن أن يركب المغناطيس الكهربي بحيث يجذب إليه قضيبا من الحديد أو يتركه وذلك بإدخال التيار في السلك أو بقطعه عنه، فإذا انساب التيار في السلك تمغنط الملف وجذب القضيب إليه وإذا انقطع التيار عنه فقد مغنطته فيترك القضيب فيسقط عنه".

فأومأ أخواه برأسيهما ثانية.. فقال:

- "وتعلمان أنه يمكن إرسال التيار الكهربي مسافات طويلة في الأسلاك..".

فوافقه أخواه.. ثم استأنف "فينلي" كلامه وقال:

- ".. فإذا أمكن إرسال التيار مسافات طويلة، وأمكن توصيل التيار وقطعه عن مغناطيس كهربي، يجذب قطعة من الحديد أو يسقطها، فإننا بهذه الوسيلة يمكننا إرسال الرسائل عن طريق الأسلاك.. إذا أنصتنا إلى صوت حركة تصادم قطعة الحديد مع المغناطيس الكهربي.. هذا إن لم تكن هناك وسيلة أخرى.. وهكذا يمكن نقل الرسائل بالكهرباء في التو واللحظة.. ولقد خطرت لي الفكرة، بمجرد سماعي توضيح الدكتور "جاكسون" وتخيلت في الحال أداة يمكنها أداء هذا العمل.. وقمت فعلا في الليلة نفسها برسم بعض الرسوم التخطيطية في كراسة رسومي هذه. ولم أتمكن خلال الستة الأسابيع التي قضيتها في السفر، أن أفكر في شيء غير هذا،

ولقد رسمت خطة كاملة لهذه العملية، وللنظام الرمزي للإشارات التي ستستعمل لإرسال الرسائل.. وهي خطة لا بأس بها.. مبينة بوضوح تام في كراسة رسومي هذه. ولن يكفيني ألف من الريالات لأتخلى عن هذه الكراسة الصغيرة".

وبمجرد أن جلس الثلاثة في العربة، فتح الفنان الذي أصبح مخترعا، كراسة رسومه وقال:

- "هذا هو الجهاز الذي أفكر في صنعه.. هذه الماكينة تكتب الرسائل عند وصولها.. بدلا من الاكتفاء بصوت طرق الحديد على المغناطيس..".

وأخذ الأخوان يفحصان هذه الرسوم الغريبة، في حين أخذ "مورس" يوضح لهما ما خفي..

- "هذا كما ترون.. جهاز الإرسال". ثم أشار إلى رافعة مثبتة من وسطها على لوحة؛ وفي إحدى نهايتيها، سلك منحن، معلق على ما يشبه كأسين صغيرتين، وبالنهاية الأخرى، ثقل صغير. ثم أخذ مورس يوضح الرسم قائلا:

- "هاتان الكأسان الصغيرتان، مليئتان بالزئبق، فإذا ضغط على الرافعة، يدخل طرف السلك في الزئبق، فتنتقل الدائرة الكهربية لأن هذين السلكين موصلان بسلك البطارية والمغناطيس الكهربي، فإذا رفعت الرافعة أي المفتاح، انفتحت الدائرة.. وهذا كما هو واضح يوصل ويقطع التيار الكهربي.. وبذلك ترسل الإشارات". ثم أشار مورس إلى رسم آخر وقال:

- "هذا هو جهاز الاستقبال، حيث المغناطيس الكهربي، الذي يجذب إليه

القضيب الحديدي ثم يطلقه عنه، أثر انسياب ثم انقطاع التيار. فإذا مر التيار في المغناطيس الكهربي، تحرك هذا البندول، وترك القلم المثبت في نهايته علامات. فإذا استمر التيار لحظة قصيرة، يترك القلم علامة قصيرة، كالنقطة. ولكن إذا استمر التيار متصلا مدة، ترك علامة أطول من الأولى كالشرطة وبذلك يمكن إرسال الرسائل برموز مكونة من مجموعات من النقط والشرط".

وعندئذ توقف فينلي مورس عن الكلام، ونظر إلى شقيقيه فلاحظ علامات الاهتمام بادية على وجهيهما.. وقد بدأ ا يتفهمان الفكرة.. فاستطرد في توضيحاته قائلا:

– "لقد انتهى بي تفكيري إلى نظام من الرموز، سيكون في أغلب ظني سهل الاستعمال.. فإذا أردنا مثلا إرسال رسالة، ضغطنا على هذا المفتاح، الذي بجهاز الإرسال، مستعملين ضغطات طويلة وأخرى قصيرة حسبما تدل عليه مجموعات هذه الإشارات الرمزية.. وفي الناحية الأخرى من السلك الذي ترسل عن طريقه هذه الإشارات جهاز الاستقبال، الذي يتأثر بفتح الدائرة وإقفالها، ويترك القلم المثبت في بندوله علامات نقط وشرطه، تترجم فيما بعد إلى معانيها حسب ما تعنيه المجموعات الرمزية.. ما رأيكما في هذا؟.. أليس هذا في منتهى البساطة؟".

ولكن الأخوين، لم يوافقا أخاهما، على أن الأمر بهذه البساطة، ولكنهما كانا على يقين من أن الموضوع برمته، غريب عجيب مدهش، وأن هذا "التلغراف" الذي اخترعه أخوهما سيكون بلا شك من أعظم الاختراعات. ثم قالا لأخيهما:

– "يا فينلي.. هذه الكراسة لها قيمة عظيمة لبلادنا، وهي خير مما لو كانت

مليئة بالرسوم التصويرية الفنية".

ولا عجب إذا قال فينلي أنه لن يقبل ألفا من الريالات ليتخلى عنها.. ولو قال أنه لن يقبل مليونا.. لكان أيضا على حق.. فهذه الكراسة لا تقدر بثمن..

ولم يخطئ حدسهم، وكانوا في قولهم على حق.. لأن "التلغراف" الذي بنى على أساس من رسوم هذا الدفتر.. التي رسمت على ظهر السفينة "سولي" في أثناء عبورها المحيط.. وصل ما بين أطراف بلادنا الكبيرة، ومكن الحكومة من الاتصال بكل جزء من أجزاء البلاد فحكمت حكما صالحا مكينا.

٢- رسل سحرية

لابد أنك تحدثت بوساطة "التليفون" مرارا.. ووجدت أن ذلك في منتهى البساطة. إذ يكفي أن ترفع السماعة ثم تدلى لعامل التليفون بالرقم الذي تريد أن تتصل بصاحبه، أو تدير قرص التليفون إذا كان تلقائيا "أوتوماتيكيا".. وفي ثوان تسمع بوضوح صوت صاحبك عبر الخط التليفوني ولو كان في أقصى البلاد.. وكأنه في نفس الغرفة التي أنت بها.. فالصوت واضح كأنه سحر ساحر.

ولا نكاد نستطيع اليوم أن نعيش عيشة راضية، دون التليفون، إذ أصبح أداة من أدوات تسهيل الحياة وإسعادها. فبه نتصل بأصدقائنا وأقاربنا أينما كانوا، وبه نتصل بالجزار والبقال وباقي المتاجر لقضاء احتياجاتنا من المشتريات دون الذهاب إليها بأنفسنا. كما أن التليفون يؤمن الحياة ويقلل أخطارها، فبه نستدعي الطبيب والبوليس ورجال المطافئ بسرعة لا يكاد يتصورها العقل.

ولكن قبل مائة سنة، ما كان إنسان يتصور التليفون، وكانت فكرة التكلم عن بعد بوساطة الأسلاك خيالا محالا.. حتى أنه عندما أثبت مدرس شاب للناس أن في الاستطاعة تنفيذ شيء كهذا، في حديث ألقاه عليهم، ظن معظمهم أن مثل هذا لا نفع فهي ولا فائدة ترجى منه لخدمة العالم.. وتصوروا أنه لو تحقق لن يكون أكثر من ألعوبة سحرية من ألاعيب الأطفال.

* * *

ذات مساء من يونيه عام ١٨٧٥ جلس "ألكسندر جراهام بل" أمام خوان الشغل في ورشته الصغيرة، وكان "جراهام بل" مدرسا يشتغل في الاختراعات الحديثة- جلس يوصل ثلاثة أجهزة من أجهزة التلغراف بسلك

واحد.. وكان هذا اختراعا جديدا سماه (ملتي تلجراف) أي التلغراف المتعدد، أو (هارمونك تلجراف) أي التلغراف التوافقي أو (الهارموني)، وكان القصد منه إرسال عدة برقيات أي رسائل تلغرافية عن طريق سلك واحد في وقت واحد.

وكانت الفكرة التي بني عليها هذا الاختراع، هي أن كلا من جهاز الإرسال وجهاز الاستقبال، يضبطان الواحد بالنسبة لآخر. ليتناغما بنغمة موسيقية خاصة، فيكون لكل زوج من هذه الأجهزة نغمة خاصة بهما. وهكذا يستطاع إرسال عدة برقيات في سلك واحد وفي وقت واحد، دون أن تختلط واحدة بالأخرى.

وكانت هذه الأجهزة تحتوي على خوص موسيقية مصنوعة من زمبلكات (يايات) الساعات، تؤثر عليها مغناطيسات كهربية فتذبذبها.. وكان من الضروري ضبط نغم هذه الخوص الزمبلكية ضبطا دقيقا، لتتناغم وتتوافق خوصة كل مستقبل تناغما مضبوطا مع خوصة مرسله. وكان مستر "بل" يقوم بنفسه بضبط هذا التناغم، قبل القيام باختبار الجهاز، حتى يتأكد بنفسه أن الإشارات لا يختلط بعضها ببعض.

وفي هذا المساء، بينما كان "بل" جالسا منشغلا في ضبط خوصات أجهزة الاستقبال الثلاثة، الموضوعة أمامه، كان مساعده مستر "واطسون" جالسا أمام أجهزة الإرسال الثلاثة، يستعد لأداء التجربة.

وأوصل "بل" الأسلاك وأقفل الدائرة الكهربية، ثم هز خوصة جهاز الاستقبال الأول، وهز "واطسون" خوصة جهاز الإرسال الأول، وأخذ مستر "بل" عندئذ يضبط مسمار ضبط النغم، حتى تتماثل ذبذبات الخوصتين تمام التماثل.. ثم اتجه إلى الجهاز الثاني وأخذ يهز خوصته..

وفي الغرفة المجاورة، ضغط "واطسون" على مفتاح المرسل الثاني ليبدأ ذبذبته، ولكن الذبذبة توقفت فجأة لأن الخوصة انزلقت، فهزها ثانية، ولكنها استقرت وبقيت كما هي، فأخذ يحاول زحزحتها.. وعندئذ نظر واطسون أمامه مذعورا لأنه رأى مستر بل قد دخل الغرفة مندفعا محملقا في وجهه صارخا:

– ماذا فعلت؟.. لا تغير أي شيء.. دعني أرى..

فأجابه واطسون مندهشا:

– كنت أحاول زحزحة هذه الخوصة.. لقد تلاصقت نقطتا الاتصال.. والواقع أنني لم أفعل سوى هذا..

ثم أخذ يهز بأصابعه خوصة الجهاز الأول.. فأخرجت نغمة موسيقية عند ذبذبتها..

فانحنى بل على الخوان منصتا، ثم اندفع بانفعال ظاهر خارجا من الباب متجها نحو خوانه في الغرفة الأخرى، وصاح: "هزها مرة أخرى".. فهز واطسون الخوصة مرة ثالثة متعجبا.. واندفع بل مرة أخرى داخلا غرفة واطسون مشدوها وفي عينيه بريق غريب، وقال:

– أنها تخرج النغمة الموسيقية نفسها هناك.. أننا أرسلنا نغما في هذا السلك!..

فحملق فيه "واطسون".. ولكن المخترع الشب نظر إلى الجهاز الأول وصاح بفروغ صبر:

– ألا ترى يا واطسن معنى هذا!!. إذا أمكننا إرسال النغمات يمكننا إرسال الكلمات والأصوات الأخرى.. والكلام.. أن جهازا يستطيع إرسال كل

الذبذبات المعقدة التي تحتويها نغمة واحدة، يمكنه أن يقوم بالعملية نفسها، لأي صوت آخر حتى الكلام..

ثم طفق يطفر راقصا، حول نفسه في الغرفة، رقصا عنيفا.. بحماسة وقوة.

ولكن واطسون الهادئ الطبع، جلس يفحص جهاز الإرسال الموضوع على خوانه، ثم قال لنفسه ووجهه يطفح بشرا:

– لقد فهمت الآن ما يعني.. والأمر بعد هذا كله.. بسيط جدا.. لقد تلاحمت نقطتا تماس قطع التيار وتوصيله. فسرى في السلك تيار مستمر، بدلا من التيار الذي نستعمله لإرسال الإشارات التلغرافية الذي يوصل ويقطع باستمرار، ولكن ذلك التيار يسري دون انقطاع، وفي أثناء ذلك، تولد ذبذبة خوصة الصلب الممغنطة تيارا كهربيا. ثم واجه واطسون مستر بل وقال له:

– هز هذه الخوصة.. فإني أود أن أنصت لهذه النغمة..

ثم دخل الغرفة الثانية، ووقف أمام خوان المخترع الشاب. وفي لحظة، سمع نغمة موسيقية، أرسلت من جهاز الإرسال الأول. فأخذ يحملق في الجهاز، ثم ثارت مشاعره عندما تصور الإمكانيات التي أوحت بها هذه النغمة الموسيقية الصغيرة.. وخرج مسرعا إلى المستر بل وهو يقول:

– هذا صحيح.. أننا نستطيع إرسال النغمات في الأسلاك.

فأجابه بل ضاحكا:

– طبعا، صحيح.. وصحيح أيضا أننا نستطيع إرسال الكلام أي نستطيع الكلام في الأسلاك.. والواقع أن هذه الفكرة خطرت لي، إذ كنت على

يقين أنه يمكن تغيير شدة التيار، كما تتغير كثافة الهواء عند إحداث الصوت. وبذلك يمكن إرسال الكلام عبر الأسلاك.. ولقد تأكدت الآن من أن هذا ممكن.. ولكني لم أتمكن من تصور الجهاز الذي يؤدي هذا العمل. والآن.. وضح لي الأمر وعرفت المطلوب بالضبط.

ثم التقط بل قلما وورقة وأخذ يرسم فيها رسوما تخطيطية. ثم قال:

– انظر لهذا يا واطسون.. اعملها هكذا، ضع خوصة على مغناطيس كهربي على شكل حرف (U) وكما في حالة التلغراف (الهارموني) ثبت طرف الخوصة الحر في غشاء طبيلة، ثم ضع فوق ذلك بوقا للتكلم فيه، فإذا تحرك الغشاء بذبذبة الصوت، حرك الخوصة معه، وتذبذبت بنفس التردد، وهي في مواجهة قطبي المغناطيس فتولد هذه الذبذبة بدورها تيارا كهربيا تختلف شدته ويتموج في الدائرة الكهربية، تموجا يطابق تموجات الهواء التي أحدثها الصوت.. وأنا متأكد كل التأكد من أنها ستؤدي العمل المطلوب.. فتحول الأمواج الصوتية الهوائية إلى تموجات مماثلة في التيار الكهربي.

* * *

قضى "بل" و"واطسون" شهورا عديدة في تجارب، تحتاج إلى صبر وأناة، قبل أن يتمكنا من صنع "تليفون" ناجح.. وكان أول جهاز صنعاه، جهازا بسيطا بدائيا، ولكن أساس فكرته صحيح. فإن الأصوات التي كانت تدخل بوق التكلم، كانت تهز غشاء الطبيلة فتتذبذب، وهذه الذبذبة أو التردد ترسل دفعات كهربية في السلك تصل إلى طبيلة جهاز الاستقبال المقابل فتذبذبها تذبذبا مطابقا لذبذبة الطبيلة الأولى.. وهذه بدورها تولد صوتا مماثلا تمام التماثل للصوت الذي دخل بوق التكلم وهكذا، كما هو الحال في "التليفون"

الحديث، تتغير الأمواج الهوائية الصوتية، إلى أمواج كهربية، ثم تتحول بعد ذلك ثانية إلى أمواج صوتية.

وبرغم أن الناس لم يسارعوا إلى استعمال التليفون بعد أن استكمل.. إلا أن ذلك لم يعق كثيرا انتشاره بعد ذلك فأصبح اختراع "ألكسندر جراهام بل" من مستلزمات الحياة التي يصعب تصورها دون هذه الرسل السحرية التي تحمل الأصوات عبر المسافات الطويلة في التو واللحظة حتى لو كانت من أقاصي المعمورة.

٣- خطأ يحل معضلة

كانت أداة الإرسال وأداة الاستقبال في تليفونات "بل" الأولى متماثلتين. وكانت أداة الاستقبال تؤدي عملها جيدا. ولما كان "بل" مدرسا يعلم طرق إلقاء الكلام، وكان على معرفة تامة بميكانيكيات الصوت الكلامي. فقد أمكنه لذلك أن يصنع فما ميكانيكيا يخرج الكلام، وبتعبير آخر صنع سماعة قوية المفعول، ولكن أداة الإرسال كانت ضعيفة، حتى أن "واطسون" مساعد "بل" قال عند وصف "التليفونات" الأولى:

"كان من اللازم أن تقال الجملة بصوت عال جدا، ثلاث أو أربع مرات.. قبل أن يستطيع المرء الذي في نهاية الخط الآخر فهم أغلب ما يقال".

ولكي يصبح التليفون أداة عملية لنقل الصوت البشري نقلا صحيحا بأمانة، كان يلزمه جهاز إرسال أي (ميكرفون) يؤدي عملية استقبال الصوت وترجمته إلى تموجات كهربية جيدة تماثل كفاية أدوات الاستقبال التي صنعها "بل". وقد قدر لمسوق بضائع (قمسيونجي) أن يكون أحد الرجال الذين مهدوا الطريق لصنع (ميكرفون) له هذه الصفات.

كان "اميل برلينر" يحاول صنع تليفون، وذلك عقب المعرض المئوي في "فلادلفيا"، في الشتاء. وكان تليفون الأستاذ "بل" معروضا في هذا المعرض، وقد أثار كثيرا من التعليقات. وكان "برلينر" قد قرأ وسمع عنه الكثير. ولكنه لم يقدر له أن يراه.

استولت فكرة إرسال الكلام، على لب "برلينر" وكان دائما في عجب من كيفية حدوث ذلك.. وكان يتمنى من صميم فؤاده أن يتعلم كيف يستطيع أن ينقل الكلام بالأسلاك، وأخذ يقوم بتجارب على هذا.

ولكنه لم يستطع أن يعلم إلا النذر اليسير عن تليفون "بل"، وعن كيفية نقله الكلام. لأن معلوماته في الكهرباء كانت محدودة جدا- والواقع أن قليلا جدا من الناس، كان يفهم اختراع "بل" حينذاك- ولكن "برلينر" كان يعلم أن "بل" استعمل مغناطيسيا كهربيا في صنع جهاز الإرسال، وفكر "بيرلنر":

- يظهر لي أن تيار البطاريات يناسب جهاز الإرسال أكثر من غيره، وأخذ يتابع التجربة والعمل في أثناء فراغه. دون معرفة فنية كبيرة أو أفكار واضحة يسترشد بها، ليكتشف كيفية إرسال الكلام بالأسلاك..

ثم تابع بيرلنر تفكيره:

- إذا ربطت زمبلكا بمسمار ملولب في طبيلة، وأمررت تيارا كهربيا في هذه التوصيلة، فربما يؤدي الغرض، فإذا تكلمت أمام الزمبلك دفعت أمواج الصوت، فيهتز وتتغير مساحة تلامسه مع الطبيلة وعندئذ تتغير شدة التيار في تموجات تشبه تموجات الصوت. ولكن هذه التجربة لم تفلح، ولم يتمكن من معرفة سبب إخفاقها لقلة معرفته بالكهرباء.

وذات مساء ذهب إلى زيارة صديق اسمه "الفن ريتشارد" وكان هذا الصديق يعمل رئيسا لقسم مكافحة الحريق في مكتب التلغراف. وقال "بيرلنر" لريتشارد:

- لقد بدأت أتعلم مبادئ التلغراف. لعل ذلك يساعدني في تجاربي على التليفون.

فسأله صديقه:

- هل حاولت العمل على جهاز تلغراف من قبل..؟

فأجابه بيرلنر:

– قليلا..

فقال له ريتشارد:

– تعال.. فعندي جهاز تلغرافي لا نستعمله الآن.. اجلس ودرب نفسك عليه.

فجلس "بيرلنر" وأخذ يلمس مفتاح التلغراف، فقاطعه ريتشارد قائلا:

– لا.. لا.. هذا خطأ.. ليس هذا ما نفعله لإرسال الإشارات. يجب أن تضغط على المفتاح، إذ لا يكفي أبدا أن تلمسه لمسا خفيفا. فسأله بيرلنر:

– لماذا؟ ما الفرق بين العمليتين، أنني في كلتا الحالتين أحدث اتصالا بين نقطتي التوصيل الكهربي.. سواء أكان لمسي بلطف أم بقوة.. فقال ريتشارد:

– "يحتاج التلغراف لتماس بضغط قوي، لأن في إرسال المسافات الطويلة مقاومة كبيرة يلزم للتغلب عليها تلامس راسخ، حتى يستطيع تيار كهربي كاف المرور، وبذلك يصبح الاستقبال واضحا عند آخر خط الإرسال"..

فاستوضحه بيرلنر قائلا:

– أتعني، أنني لو ضغط بقوة على نقطة التماس، يمر تيار كهربي أشد مما لو ضغطت بلطف؟.. فأجابه:

– هذا بالضبط ما أعنيه بكلامي.

فقفز بيرلنر من شدة التأثر والانفعال وقال:

- شكرا.. هذا ما أردت معرفته.. إلى اللقاء.

وهكذا كان خطؤه في تشغيل جهاز التلغراف، حلا لمعضلة التليفون.

رجع "بيرلنر" إلى منزله، بأسرع ما يستطيع.. فلقد عرف كيف يصنع (ميكروفونا) يؤدي الغرض.. إذ يمر تيار شديد عندما يكون الضغط على نقطة التماس كبيرا، ويمر تيار ضعيف إذا كان الضغط ضعيفا.. وعلى ذلك فقد كان كل ما يحتاج إليه.. هو تماس (سائب) أو (عائم) يسمح بتغير الضغط عليه.. تماس تزيد مساحته إذا زاد الضغط عليه فيسمح بمرور تيار كبير.. دون تغير في الجهد (الفولتي).

وإتباع "بيرلنر" طبلة من لعب الأطفال، ثم شطرها نصفين، واستعمل نصفا منها ليصنع غشاء. ثم ألصق بالغراء قرصا من الخشب داخل أسطوانة الطبلة، ثم أخل إبرة من أبر الخياطة فيه، بحيث يخرج طرف الإبرة المدبب من الغشاء. ثم أدلى من حافة الطبلة كرة صغيرة من الصلب، معلقة بسلك معدني بحيث ترتكز الكرة على طرف الإبرة. وهكذا كون اتصالا أو تماسا حرا، عائما. ثم أوصل الإبرة والسلك المعدني بالدائرة الكهربية بحيث يسري التيار الكهربي عبر نقطة التماس.. ثم تكلم مواجها رأس الطبلة، فتذبذب التيار تذبذبا مناظرا لذبذبة الصوت. وأرسل هذه الذبذبات.. إلى جهاز من أجهزة استقبال "بل" فسمع كلماته واضحة من كان ينصت لها في الجانب الآخر.

وعندما رفع صوته في الكلام، اشتد رسوخ التماس، نتيجة لتصادم أمواج الصوت، وسمعت عالية واضحة في النهاية الأخرى. وهكذا كان جهاز الاستقبال الذي ابتكره "بيرلنر" يعتمد في عمله على بطارية تمده بتيار كهربي

يسري سريانا مستمرا وتتغير شدته بتغير رسوخ التماس الذي يعتمد على تصادم أمواج الصوت مع وصلة عائمة وبذلك تتولد تموجات في التيار الذي يسري فعلا تناظر بالضبط التموجات الصوتية التي سببت تغير التماس الحر السائب، في حين كان جهاز "بل" يعتمد على التيار المولد من ذبذبات الصوت، التي تعتمد على قوته وارتفاعه..

والجديد طبعاً كان في فكرة التماس الحر السائب الذي يغير في شدة تيارا يسري باستمرار في الدائرة الكهربية. ومثل (ميكرفون) بيرلنر، مثل معظم الاختراعات والابتكارات الأخرى، إذ توالت عليه التحسينات، وطور تطويرا كبيرا بمرور السنين. ولكن الفكرة الأصلية لم يطرأ عليها تغيير. وهي فكرة تغيير شدة التيار عن طريق التماس الكهربي. فلا تزال أساسا لخطة كل من جهاز إرسال التليفون وميكروفون الإذاعة بالراديو..

٤- وريقة من القصدير تتكلم

لعلك استمعت مرة إلى (الفونوغراف) وأنك تعرفه جيدا، وأنك تدير عليه الأسطوانات المحببة إليك، وربما تملك واحدا وتعرف أن إدارته سهلة جدا. فكل ما في الأمر هو أن تضع الأسطوانة على (الفونوغراف)، ثم تبدأ تدير القرص وتضع الإبرة بلطف على الأسطوانة. وبعد ذلك تجلس منصتا.. فتنطلق من فونوغرافك هذا الموسيقي الشجية أو الأحاديث أو القصص أو غير ذلك مما سجل على الأسطوانة من أصوات تركت عليها أخاديد دقيقة يسير فيها طرف الإبرة.

(والفونوغراف) اليوم شيء عادي، لا نعجب له، ولكن منذ سنوات قبل اختراعه، كان الناس يظنون أن جمع الأصوات وخزنها أمر مستحيل، حتى أنه، عندما فكر مخترع (الفونوغراف) في إمكان ذلك قال له مساعده: "هذا جنون مطبق"!

ذات يوم من أيام شهر أغسطس عام ١٨٧٧، جلس شاب يدعى "توماس "ا" إديسون" في مشغله (ورشته)، يراقب جهازاً تلغرافيا كان قد اخترعه، وكان لا يزال يشتغل عليه، وكان يسميه (معيد التلغرافات) ويحاول أن يجعل هذا الجهاز يستقبل الرسالة التلغرافية ويسجلها ثم يعيدها بعد ذلك عند الطلب. وكان هذا الجهاز يشبه إلى حد ما، (الفونوغراف) الذي تعرفه، إذ كان يتكون من لوح دوار من المعدن، عليه قطعة مستديرة من الورق ومغناطيس كهربي مجهز بإبرة، فإذا وصلت الإشارات التلغرافية إليها عن طريق أسلاك الخطوط التلغرافية، ضغطت الإبرة على الورق نقطا وشرطا، فإذا عكست العملية، تولدت نقط وشرط مماثلة للتي تركت آثارها على الورق.. في خط تلغرافي آخر بالسرعة أو البطء المرغوب فيهما.

وكان المخترع يقوم بتجاربه على هذه الماكينة، فيديرها مرة ببطء ثم بسرعة ويدرس نتائج ذلك ويفكر فيما يمكن عمله لإدخال تحسينات عليها. وبينما كان يديرها بسرعة، أخذ يزيد في هذه السرعة شيئا فشيئا وعندما وصلت سرعة دوران اللوح المعدني إلى سرعة عالية جدا لاحظ شيئا غريبا.. لاحظ أن الماكينة أخذت تخرج صوتا موسيقيا.. فلفت هذا نظره، وأخذ يفكر ويقول في نفسه:

"ما الذي سبب هذا الصوت يا ترى.. لماذا تخرج الأصوات الموسيقية عندما تدور الماكينة بسرعة". ثم جلس بعد ذلك يفكر ويقوم بتجارب مختلفة على هذه الماكينة، باحثا عن السبب.. وفعلا قام بعدد كبير من التجارب خلال يومه.

وقبيل انقضاء النهار، خيل له أنه عرف السبب، كما أنه علم شيئا آخر.. وقال في نفسه:

- "إن في إمكاني صنع ماكينة، تسجل الصوت البشري، فتعيد إخراجه كلما أردت ذلك، بالضبط، كما تقوم هذه الماكينة بتسجيل الإشارات التلغرافية، وإعادتها".

واهتم إديسون بهذه الفكرة، اهتماما عظيما. حتى أنه أوقف العمل في ماكينة التلغراف، وبدأ فورا يرسم خطة الماكينة الجديدة، وبعد أيام، نادى مساعده، وكان شابا اسمه "كيريازي" وأعطاه رسوم الماكينة المتكلمة، التي رسم خطتها وقال له:

"اصنع هذه يا كيريازي"..

فسأله كيريازي:

– ما هذه؟ وما الغرض من هذه الماكينة؟..

– هذه ماكينة لتسجيل الكلام..

ومع أن إديسون كان قد اخترع عددا من الاختراعات الناجحة قبل ذلك، إلا أن فكرة الماكينة التي تتكلم بدت "لكيريازي" من نسج الخيال. فقال له

– ما هذا الجنون؟.. إن لدينا أعمالا هامة كثيرة، فلم نضيع الوقت في هذا؟.. على أي حال فالأمر أمرك وسأقوم بما أمرتني به.

وعندما انتهى "كيريازي" من صنع النموذج المطلوب حسب الرسم. وضعه على مكتب المخترع، ووقف بجواره ينتظر في عجب ما سيعمله "إديسون" به.

نظر إديسون إلى الماكينة، وأخذ يفحصها بدقة، فوجد أنها كما تصورها تماما.. بها غشاء رقيق من الحديد، مثبت فيه إبرة مرهفة الحد، كما كان فيها أسطوانة مغطاة بورقة من القصدير. وكان للأسطوانة مرفق تدار به.. ثم جربها فوجد أنها تدور بانتظام.. وأصبح كل شيء معدا لأداء التجربة. ولكنه تردد لحظة، وأخذ يعيد فحص الماكينة.. ويفكر:

"هل فكرته هذه جنون؟.. هل يسجل هذا الجماد الكلام؟ أنه سيتكلم بقرب الغشاء فتنطلق الأمواج الصوتية التي سيولدها كلامه، فتصدم الغشاء، فيتذبذب ثم تنتقل الذبذبة نفسها عن طريق الإبرة، وهذه تسجل بالتالي الذبذبات في أثناء دوران الأسطوانة على رقيقة من القصدير تغطيها.. هل تؤدي هذه الماكينة هذا العمل..؟ أو هي حلم لا يتحقق.. سنرى".

وفي هذه الأثناء، تجمع كل من كان في المشغل (الورشة) حول مكتب إديسون ليروا هذه الماكينة الجنونية التي تتكلم.. وأخذوا يتضاحكون ويهزؤون

بصوت عال. وانحنى إديسون إلى الأمام، وأدار المرفق بانتظام، وصاح بصوت عال في بوق التكلم مغنيا أرجوزة معروفة من أراجيز الأطفال:

لماري حمل صغير، صوفه أبيض كالثلج"

أينما ذهبت ماري، تبعها الحمل"

ثم توقف بالمرفق، فنظر الحاضرون إلى رقيقة القصدير التي تغطي الأسطوانة.. فرأوا علامات وأخاديد عليها.. ولكن ما هذه؟ وما فائدتها..؟ وضحك أحد الرجال وقال:

– "هذه (خربشات)..!

ومزح آخر بقوله:

– "نكش الدجاج.."

فلم ينبس إديسون ببنت شفة، ولكنه كان على يقين أن نكش الدجاج هذا ستخرج منه بعض الأصوات، واضحة مفهومة أو غير ذلك.. ثم أدار الأسطوانة راجعا، وضبط غشاء الإدارة مكانه وأدار المرفق..

فتوقف التضاحك والتندر والهزء فجأة واتسعت حدقات من كان حول المكتب من رجال، متعجبين، إذ خرج من هذه الأسطوانة المغطاة برقيقة من القصدير، صوت صغير يقول:

"لماري حمل صغير..

ولم تغفل أي كلمة من الأرجوزة!.. إن هذه الماكينة تتكلم.. فيا للعجب!

وعندما انتهت الماكينة من سرد الأرجوزة.. عم المكان سكون شامل.. إذ عقد العجب ألسنة العمال، ولم يكن لدى "إديسون" شيء يقوله، فقد نجحت

تجربته.. وعلم أنه جعل الماكينة تتكلم..! وقال رجل آخر:

"دعني أجربها".. وتبعه الآخرون: "وأنا أيضا.. وأنا.. وأنا.. وأنا..".

وجرب الرجال واحدا بعد الآخر هذه الماكينة، وصاحوا بالتناوب في بوق التكلم، ثم أعادوا سماع أصوات أنفسهم بين تضاحك العمال وسرورهم. وكان هذا اليوم من أعظم الأيام التي مرت على معمل المخترع الشاب، "إديسون".

وكذلك، كان هذا اليوم يوما عظيما، بالنسبة لنا جميعا. فلولاه لفقدنا كثيرا من موسيقى هذا العالم، ولضاعت منا أيضا موسيقى وأصوات عظماء الفنانين.. وبعضهم يعيش في أقاصي المعمورة، وبعضهم تركنا إلى العالم الآخر.

ولو أن (الفونوغراف) تغير كثيرا، واختلف مظهره جدا، إلا أنه لا يزال يعمل على أساس النظرية نفسها التي بنيت عليها ماكينة "إديسون" الصغيرة التي غنت:

"لماري حمل صغير.."

٥- لاسلكي ينقلب إلى راديو

إذاعات الراديو البعيدة المدى أمر عادي اليوم، فمثلا تغطي الإذاعة الأهلية الأمريكية، ما بين المحيط الأطلنطي والمحيط الهادي، ونصف ما يسمعه الأمريكيون من برامج، مذاع من الشبكات الإذاعية الأهلية العامة.. والأمريكي لا يأخذه العجب إذا استمع لبرامجه المفضلة من نيويورك أو كاليفورنيا واضحة ظاهرة، بعد أن عبرت إليه هذه المسافات الشاسعة.

وفي أيام اللاسلكي الأولى، كان جهاز الاستقبال كلما بعد عن جهاز الإذاعة، ضعفت الإشارات المستقبلة.. إذ تفقد موجات الراديو طاقتها الكهربية كلما انتشرت في الفضاء. ولذلك كان من المستحيل سماع إذاعات بعيدة المدى، وكان من المشكوك فيه دائما أن تسمع الإذاعات على مسافات طويلة، وكانت إشارات مورس وحدها، هي التي يمكن إذاعتها إذاعة بعيدة المدى. ولكن لم يكن من المستطاع إذاعة الأصوات البشرية على مسافات طويلة قط.

وقبل أن تتحقق فكرة الراديو كما هو معروف الآن، كما ينقص اللاسلكي جهاز حساس، يلتقط أضعف الإشارات، كما كان ينقصه وسائل التكبير وتضخيم هذه الهمسات الصغيرة لتصبح أصواتا قوية واضحة. وقد وجد هاو شاب من هواة اللاسلكي حلا لهذا، في هيئة بصيلة زجاجية وهي (الصمام الأوديوني) أي (صمام الراديو السمعي).

في وقت متأخر، ذات ليلة من الليالي، قبيل نهاية عام ١٩٠٠ كان "لي دي فورست" يقوم كعادته، بتجارب على جهاز اللاسلكي الذي صنعه بيده، لقد كان يجرب في سبيل استكمال اختراع جهاز استقبال جديد يسميه (الأسبوندر).

وكان جهازه هذا.. موضوعا على منضدة صغير في غرفة عارية من الأثاث، وفي منعزل، يبعد بضع أقدام عن جهازه، وضع ملفا لتوليد الشرارات الكهربية.. وكان هذا الملف يولد أمواجا يستمع إليها من جهازه الذي على المنضدة وكان يوصل التيار ويقطعه عن هذا الملف بجذب خيط متصل به.

وبينما كان غارق في عمله، يختبر ويجرب (الأسبوندر) أوصل التيار بالملف وأنصت جيدا.. ولكنه تنهد وقطع التيار عنه.. ليس الأمر على ما يرام، لابد له أن يجد (اليكتروليت) خيرا من المستعمل في جهازه هذا. ثم أعاد المخترع الشاب الكرة وجذب الخيط، وأخذ ينصت إلى طنين الملف. ثم انحنى على المنضدة ليضبط جزءا من الجهاز.. ولكنه لاحظ أن الضوء معتم فقال لنفسه:

"ما أشد عتمة هذا الضوء! هذا المصباح الغازي مع شبكته الوهاجة ماركة (ولسباخ). يجب أن يضيء خيرا من هذا" ثم قطع التيار عن الملف الطنان، ونقل المنضدة تحت المصباح الغازي مباشرة، وهكذا ظن أنه سيرى أكثر وضوحا.. ثم أوصل التيار بالملف..

"ما هذا..! هذا غريب!" إذ انخفضت الإضاءة عما كانت عليه منذ لحظة.. ثم انحنى ثانية على جهازه (الأسبوندر) وأخذ يعبث بأجزائه محاولا تحسين الاستقبال.. ولكنه قطع التيار عن الملف واستوى واقفا.. فلاحظ مندهشا أن الإضاءة زادت فجأة. فنظر "دي فورست" إلى المصباح في دهشة وحيرة..

"هل تنخفض شدة إضاءة المصباح كلما أوصل التيار بالملف..؟

هل ملف الشرارة، هو الذي يؤثر على إضاءة المصباح؟ ثم جذب الخيط دون أن يحول نظره عن المصباح، وأوصل بذلك التيار إلى الملف.. فانخفضت إضاءة المصباح كما توقع، ثم قطع التيار عن الملف فزادت إضاءته، وأخذ يعيد

الكرة، المرة بعد الأخرى.. وكلما سمع طنين الملف، أو عتم نور المصباح الغازي وكلما قطع التيار عنه توهج وزاد نوره. ترك "دي فورست" الخيط وأخذ يفكر.. لو كانت الغازات التي تحيط بشبكة المصباح الوهاج (ولسباخ) تتأثر بذبذبات أمواج الراديو.. فإنه يصح أن نستعمل هذه الغازات الساخنة، بمثابة كشاف لإشارات اللاسلكي.. أي كمستقبل لإشارات الراديو.. وإذا كان ما شاهدته صحيحا، فلابد أن تكون هذه الغازات أكثر حساسية لهذه الأمواج من أي وسيلة من الوسائل المعروفة إلى الآن.

وأثارته كثيرا فكرة مستقبل لاسلكي من نوع جديد.. واندفع "دي فورست" إلى الغرفة المجاورة ليحضر صديقه "سميث" الذي كان يهتم اهتماما شديدا بما يفعله "دي فورست" في ميدان الراديو. وأخذ الاثنان يقومان بتجارب واختبارات على مصباح (ولسباخ) محللين حالته في أثناء الإضاءة. وكتبا مذكرات ضافية عن كل تجربة قاما بها. وعندما أويا إلى فراشهما، كان "دي فورست" متأكدا كل التأكد من أنه في طريقه إلى اختراع أعظم بكثير من جهازه (الاسبوندر) ولكن بعد أيام قلائل تبددت أحلامه إذ أنه خلال التجارب، نقل "دي فورست" الجهاز كله بأجزائه المختلفة إلى المنعزل بجوار الشرارة، وأغلق باب المنعزل.. وكانت خيبة أمل الشابين عظيمة، عندما وجدا أن الإضاءة لا تتأثر إذا كان باب المنعزل مغلقا.. ووضح لهما دون أدنى ريب أن المصباح لا يتأثر بالاندفاعات الكهربية التي يولدها الملف، ولكنه يتأثر بصوت الطنين.. فإذا أغلق على الجهاز الباب، لا يصل الصوت إلى المصباح فلا يتأثر أبدا عند تشغيل الملف.

ورجع "دي فورست" إلى تجاربه على جهازه (الأسبوندر) وحاول أن ينسى حلمه بجهاز مستقبل يشتغل بالغاز المتوهج. ولكن الفكرة لم تغادره. وأخذت تعاوده طوال وقت عمله في اللاسلكي. ولكنه لم يكن ذا مال، ولم يكن لديه من

الفراغ ما يسمح له ببحث هذه الفكرة إلا بعد سنوات.

وأخيرا في عام ١٩٠٦، تحرر "دي فورست" من مشاغله وانطلق محاولا تحقيق حلمه القديم.. وهو اختراع كشاف لاسلكي يسخن بالغاز. وبدأ يشتغل بحماسة ولكنه لم يلبث أن تحقق أن كشافا لهبيا يعمل على أساس مصباح (ولسباخ) كشاف غير عملي، فحاول تسخين الغاز في وعاء زجاجي محكم الإغلاق بفتيلة (شعيرة) كهربية.

وكان صمام "فلمنج" يستعمل في ذاك الوقت، في كشافات أجهزة اللاسلكي، وهذا الصمام عبارة عن بصيلة مختومة من الزجاج ومفرغة تفريغا جزئيا من الهواء، وبها لوح معدني، وشعيرة مصباح كهربي، تسخن إلى درجة الاحمرار المتوهج، بتيار كهربي من بطارية. واستخدام "دي فورست" هذا الصمام في تجاربه، ولكنه أضاف إليه شبكة معدنية. ومع أن هذه الإضافة كانت بسيطة في ذاتها إلا أن أهميتها كانت لا تقدر. فإن هذه الشبكة التي وضعت بين الشعيرة واللوح، سمحت لتيار جديد بالمرور في هذا الصمام، من الشعيرة إلى الشبكة. وأهمية هذا التيار كانت في أن الشبكة أصبحت تتحكم في تيار الإلكترونات في دائرة اللوح.. وقامت تماما بدور صمام، يطلق تيارات قوية ويمنعها حسب تشحنه سلبا أو إيجابا.

وسمى "دي فورست) صمامه (الأوديون)، ولا يزال هذا الصمام يعمل اليوم بعد تطويره على الأساس نفسه، ويمكنه تضخيم أضعف إشارات الراديو وتحويلها إلى إشارات قوية واضحة، وبإضافة عدد من هذه الصمامات يمكن تكبير الأصوات ملايين المرات.

وهكذا أصبح الراديو كما نعرفه الآن ممكنا، وذلك بفضل الصمام الأوديوني الذي هو في الواقع قلب الراديو النابض.

٦- همسة تصبح صيحة

جعل الصمام الأوديوني الراديو حقيقة واقعة، غير أن الراديو كانت تنقصه عدة اختراعات أخرى، ليصير استقبال الإذاعات بالوضوح والصفاء اللذين نلاحظهما اليوم. وربما كان أهم هذه الاختراعات، الدائرة التناسخية (فيدباك) التي كثيرا ما تسمى "التغذية المرتجعة".. وكانت هذه في الواقع اكتشافا لا اختراعا. إذ لم يكد "أرمسترنج" يعثر عليها حتى اكتشفها نفسها "دي فورست".

* * *

جعل "أدون هوارد أرمسترنج" من الغرفة العليا في منزل أبويه في "يونكرز" حجرة للراديو. وفيها وضع ما كانت تسميه أمه (النفايات) وما كان يسميه زملاؤه أعضاء "نادي أمريكا للراديو" أحسن مجموعة من صمامات الراديو وأجهزة الاستقبال.

وكان باقي أعضاء هذا النادي، يغبطون "هوارد" على الهوائي (الأنتن) الذي كان يستعمله، فإنه أقام أمام منزله سارية عالية– طولها مائة وسبعون قدما– يمتد منها سلك طوله ميل من الجهتين، وكان كل من أصدقائه يتمنى لو أتيح له أن يملك مثل هذا الهوائي، ومثل هذه المجموعة من أدوات أجهزة الراديو، حتى يتمكن من أن يستقبل إذاعات الراديو أكثر وضوحا.. ومع هذا كان جميع أعضاء هذا النادي يقرون أن "أرمسترنج" أكثرهم معرفة بالراديو وعلى الأخص فيما يتعلق بالصمام (الأوديوني).

وكان "هوارد أرمسترنج" يعلم أنه سيحصل يوما من الأيام على صمام (أوديوني)، فأخذ يدرس ويجمع كل ما كان يمكنه جمعه من معلومات عن الراديو، منذ أن كان عمره اثني عشر ربيعا. وهو يعد نفسه لدراسة اختراع "دي

فورست" العجيب الذي جعل إشارات اللاسلكي واضحة جليلة. لذلك عول على أن يعمل جاهدا للكشف عن النظريات والقوانين التي تتحكم في عمل هذا الصمام. لذلك قضى أكثر من عامين يعمل بجد في دراسة الهندسة الكهربية بجامعة "كولومبيا". كما كان يقوم بتجارب في منزله على الصمام (الأوديوني) محاولا تحقيق أفكاره الجديدة، التي كانت دائما تتوارد عليه.

وذات يوم من عام ١٩١٢، في أثناء انشغاله بتجربة على الصمام الأوديوني، لاحظ أمرا غريبا، وهو أن بدائرة اللوح– لوح الصمام– تيارا مترددا ترددا عاليا، ربما كان حوالي خمسمائة ألف دورة في الدقيقة.. فقال لنفسه:

"هذا غريب.. إذ لا يصح أن يكون التردد أكثر من ١٠٠٠ دورة، هذا حسب ما جاء في كل كتب ونشرات الراديو.. ولا يصح أن يكون في هذه الدائرة بالذات تموجات عالية الذبذبة البتة. ولكنها موجودة فعلا.. وبلا أدنى شك.. فما معنى هذا يا ترى؟".

وأخذ يوفق بين أجزاء دائرة جهازه حتى تآلفت هذه الدائرة مع هذه الأمواج.. وعندئذ لم يصدق أذنيه.. إذ أصبح الجهاز يستقبل في قوة ووضوح الإشارات التي كانت ضعيفة من قبل، والتي كان يستعمل سماعات الرأس لسماعها، بحيث استغنى عن استعمال هذه السماعات، فلقد كانت السماعات ملقاة على الخوان والأصوات تخرج منها عالية واضحة مسموعة في كل أنحاء الغرفة. وعندئذ، أسرع "أرمسترنج" من غرفته في أعلى السلم، وصاح مناديا أمه:

– يا أمي.. يا أماه.. تعالي إلي واستمعي.. لقد أصبح جهاز الراديو أوضح مما كان في أي وقت من الأوقات!..

وسمع من الطابق الأسفل أمه تقول له متعجبة:

– أي نعم يا هوارد.. أني أسمع الجهاز.. من هنا.

وعاد "أرمسترنج" إلى جهازه وأخذ يدون باحتراس ودقة كل تفاصيل توصيلاته، ودوائر جهازه الكهربية، بينما صعدت والدته لتعرف السبب الذي أحدث هذه المعجزة.

وجلس الاثنان بجوار هذا الجهاز البدائي، الخشن، يتعجبان لما حدث، فلقد سمعا (سان فرانسيسكو) التي تبعد عنهم بثلاثة آلاف ميل.. ترسل الإشارات اللاسلكية (لهنولولو) فتجيبها هذه المحطة من بلاد (هاواي). وكثيرا ما كانت سان فرانسيسكو تعيد إرسال رسائلها لتفهمها (هنولولو) في حين كان أرمسترنج وأمه يسمعان إشارات كل منهما بوضوح تام.

وعندما انتهت كل من المحطتين من اتصالهما، تنهدت أمه ونظرت إلى ابنها وقالت:

– أنك يا بني قد اكتشفت اكتشافا عظيما.. مهما كان كنهه.. ولست أدري.. ما الذي فعلته لتصل إلى هذه النتيجة.. أتعرف السبب الذي جعل هذا الاستقبال بهذا الوضوح؟

فأجابها أرمسترنج قائلا:

– أظن يا أمي، أنني أعرف السبب، فإني أعدت ترتيب ملف اللوح وملف الشبكة المتصلين بهذا الصمام، بحيث يكون كل منهما على مقربة من الآخر.. وعلى ما أعتقد، رجع جزء من الطاقة المنبعثة من دائرة اللوح إلى الشبكة في الصمام نفسه.. وهكذا أضيفت طاقة دائرة اللوح للطاقة الموجودة أصلا في دائرة الشبكة.. وهكذا قوى التيار.. فتوالى تجمع

الإشارات. فقويت. وتناسخت.. وأغلب ظني أن هذا هو ما حدث.. ولكني لن أفصح لأحد بشيء من هذا، حتى أتبين صحته.

وقضى "أرمسترنج" شهرين، يقوم بتجاربه يوميا، ليؤكد صحة نظريته.. وأخيرا تبين صحتها.. وعرف أنه اكتشف دائرة تناسخية. تحول الهمسة إلى صيحة.. وطلب أرمسترنج من والده أن يمده بالمال ليسجل اختراعه، فرفض مستر أرمسترنج الكبير ذلك وقال لابنه:

– ما زلت يا بني صغيرا.. فلا تشغل وقتك وذهنك بالاختراع، ولا بد لك أن تنتهي أولا من التعليم قبل أن تسمح لمثل هذه الأمور بشغل الكثير من وقتك.

ولكن "أرمسجرنج" الصغير، كان على يقين من أنه لابد أن آجلا أو عاجلا، أن يكتشف أحد غيره هذه الفكرة، عن طريق الصدفة كما حدث معه، فأخذ يفكر بائسا في طريقة يحمي بها حقوقه في هذا الاكتشاف "دائرة التغذية المتراجعة".. وأخيرا رسم رسما يبين فكرته وأخذه إلى أحد الموثقين، ليسجل عليه التاريخ ويستشهد به عليه.

وكان ذلك من حسن حظه، لأنه كما توقع، عثر بعضهم على الدائرة نفسها.. وفعلا تعرض كل من "دي فورست" وأرمسترنج للمقاضاة، لتعديهما على حقوق مسجلة للدائرة نفسها.

وثبت، بفضل الوثيقة المؤرخة المسجلة، التي سجلها أرمسترنج، أنه هو المكتشف الأصلي للفكرة، ولكن كان ذلك بعد قضايا كلفته كثيرا. وتعتبر الدائرة التناسخية أو دائرة التغذية المرتجعة من أهم الاختراعات التي حدثت في تاريخ الراديو بعد الصمام (الأديوني).

ثالثا: الصور والتصوير

١- سر خزانة الكيماويات

هل التقطت لك صورة فوتوغرافية، ذات مرة؟.. ألديك نسخة من هذه الصورة؟.. أتذكر أين التقطت؟.. لعلها أخذت لك، وأنت تسبح أو تلعب الكرة، أو وأنت تتكلم أو تضحك.. أينما كنت وكيفما كنت، فلابد أن الصورة التقطت لك بسرعة دون أن تتوقف عما كنت فيه من عمل أو حركة. ومن المستطاع هذه الأيام أن يصور فيلم بأكمله، ثم يحمض ويطبع ما عليه من صور في ساعات قليلة، بما في ذلك اثنتا عشرة نسخة من أي صورة تعجبك من الصور التي في الفيلم.

ولكن منذ أكثر من مائة سنة، كانت (الفوتوغرافية) أمرا يختلف كثيرا عما هي عليه اليوم. كنت إذا أردت أن تؤخذ لك صورة.. تجلس ساكنا دون حركة، في ضوء الشمس الساطع عشر دقائق على الأقل، ومن الضروري طبعا، أن تقفل عينيك، إذ كان من المتعذر عدم تحريك جفون العين عشر دقائق بطولها.. وبعد هذا الوقت الطويل والجلوس الممل لا تستخرج لك إلا صورة واحدة، وكان من المتعذر الحصول على نسخ من هذه الصورة، لتوزيعها على الأهل والأصدقاء مثلا، فلم يكن معروفا في ذاك الوقت، كيف تطبع الصور أو تصنع السلبيات لأن اللوح الفوتوغرافي الذي عرض للضوء أثناء التصوير. كان هو الصورة نفسها. وكانت هذه الصور الفوتوغرافية الأولى تسمى (داجيرو تيب) نسبة إلى "لويس داجيرو" أول من أخرجها. ولكن "داجيرو" هذا.. لم يكن قد

اخترع (الكاميرا) أي المصورة نفسها وآلة التصوير.. وذلك لأن آلة التصوير لم تخترع كما اخترع الفونوغراف في مرة واحدة، كما أنها لم تمكن نتيجة جهد شخص واحد، كما في حالة (الأتوبليت) إذ قام بإخراج آلة التصوير عدة رجال استغرقوا سنوات عديدة في استكمالها حتى تيسر تصوير الناس بها. وداجيرو هذا، هو الرجل الذي اكتشف آخر حلقة في سلسلة عمل آلة التصوير.

في زمن ما حوالي عام ١٨٧٣، دخل ذات صباح "لويس داجيرو" معمله ليستكمل بعض تجاربه الفوتوغرافية.. وكان شريكه "نيبس" قد ترك معه لوحا فوتوغرافيا سبق تعريضه للتصوير في الليلة السابقة، وكان "داجيرو" يحاول إيجاد وسيلة أفضل من الوسائل السابقة، لتثبيت الصور على اللوحات الفوتوغرافية، وكان قد سبق له أن اكتشف أن (يودور الفضة) حساس للضوء، ويمكن بوساطته إخراج صور دقيقة محددة، ولكن– إلى ذاك الوقت– لم يكن قد استطاع أن يثبت الصور تثبيتا مرضيا. وكانت أحسن الوسائل للتحميض في ذاك الوقت، تنتج الصور غير واضحة، ضعيفة التحديد، زيادة على أنها كانت تخرج معكوسة– أي سلبية– فالأجزاء المضيئة في الطبيعة تظهر مظلمة وبالعكس.

توجه "داجيرو" نحو خزانة الكيماويات وأخرج اللوحة الفوتوغرافية التي كان قد وضعها بالخزانة في المساء السابق.. وما كاد يراها حتى كاد يصعق من الدهشة لأنه رأى أن الصورة التي ظهرت على اللوحة صورة إيجابية أي أن ظلالها ظلال، وأضواءها بيضاء. فأخذ يفكر "ماذا حدث يا ترى؟.. ما الذي جرى حتى حدثت هذه الأعجوبة؟". وفي انفعال ظاهر، أخذ "داجيرو" يفحص الخزانة من الداخل وكان بها عدد كبير من القوارير والأوعية المليئة بالكيماويات.. فأخذ يفحص بعناية كلا منها، ولكنه لم يعثر على شيء جديد.

وأعاد "داجيرو" فحص الخزانة وهو يفكر: لابد أن تكون إحدى هذه المواد الكيماوية هي المسئولة عن هذا التحميض الغريب.. فتكون قد تفاعلت مع كيماويات اللوح الفوتوغرافي.. ولكن أي هذه المواد؟ لابد أن يداوم التجارب حتى يعثر عليه.

وفي المساء نفسه أخرج "داجيرو" مادة من الكيماويات من الخزانة وترك الباقي في أماكنها، ووضع معها لوحا فوتوغرافيا سبق تعريضه للتصوير.. وفي صباح اليوم التالي، أسرع إلى المعمل وفتح الخزانة وأخرج اللوحة الفوتوغرافية وفحصها.. فوجد أنها أيضا قد جرى تحميضها.

إذن، ليس لما أخرجه من الخزانة في اليوم السابق دخل في هذه العملية. وأعاد "داجيرو" الكرة ووضع لوحة فوتوغرافية أخرى كالسابقة في الخزانة.. وليلة بعد ليلة أجرى تجربة بعد تجربة، مخرجا إحدى المواد الكيماوية وفي كل صباح كان يجد الشيء نفسه، فاللوحة تصبح محمضة كسابقاتها.

وأخيرا بقيت في الخزانة قنينة واحدة، فقال "داجيرو" "لنيبس" عندما كان يضع في الخزانة لوحة أخرى: لابد أن تكون هذه القنينة هي التي تحتوي على المادة الكيماوية التي تفاعلت مع اللوح.. ولابد أن ينتهي تحميض اللوحة حتى الصباح.

وبالفعل، حدث ما توقعه، فإنه وجد اللوحة محمضة.. فعم السرور الرجلين، وأيقنا أنهما عثرا على المركب الكيمائي الذي يبحثان عنه.

وفي التو واللحظة، أخذ يجرب هذه المادة في تحميض لوحة سبق تعريضها للتصوير، ولكن خيبة أمله كادت تفوق الوصف، وأشكل عليه الأمر، عندما لم يؤثر هذا المركب الكيماوي على اللوحة الفوتوغرافية ولم تظهر عليها أية صورة!

فقال "نيبس": كيف تأثر اللوح الأخير إذن؟ وكيف حدث أن الصورة ظهرت عليه، ولم يكن بالخزانة قنينة غير هذه؟.. كيف يكون هذا المركب غير المطلوب؟..

فقال "داجيرو" بعد أن فكر لحظة:

– سأضع الليلة، في هذه الخزانة وهي فارغة، لوحة أخرى.. لعلي أعرف سرا لا نعلمه عنها..

وهكذا وضع لوحة جديدة معرضة في الخزانة، وأغلقها عليها حتى الصباح.

وفي الصباح، أسرع الشريكان إلى الخزانة، وفي قلق وفروغ صبر فتحاها.. وأخرجا اللوحة.. فعقدت الدهشة لسانيهما عندما رأيا أن اللوحة قد حمضت وظهرت عليها الصورة واضحة.. لقد حمضت اللوحة في خزانة فارغة خاوية من الكيماويات فكيف كان ذلك؟!

فأخذا يفحصان الخزانة بدقة وعناية، فوجدا في النهاية أن بأحد أرفف الخزانة أثرا من الزئبق كان قد سكب عفوا من مدة، فأيقنا أن الزئبق هو الذي تفاعل وحمض اللوحة.. وهو المادة التي يبحثان عنها.

وأسرع "داجيرو" بتجربة الزئبق، بأن عرض لبخاره لوحة فوتوغرافية مصورة. وكم كان سروره عظيما عندما اكتشف أن الزئبق عامل ممتاز للتحميض، يخرج الصورة في دقة ممتازة إيجابية كالطبيعة تماما.. لقد نجح "داجيرو" في بحثه، وهكذا خطا خطوة واسعة في سبيل التصوير الفوتوغرافي.

٢- اضغط الزر وعلينا الباقي

يستطيع أي إنسان في هذه الأيام، ولو كان طفلا صغيرا، أن يلتقط صورا فوتوغرافية لا بأس بها، بآلة تصوير (كوداك) ثابتة البؤرة.. فالأمر في غاية البساطة والسهولة.. نظرة في "كاشف المنظر" وضغطة سريعة على زر ستار العدسة ثم دورة صغيرة للف الفلم، وبعد ذلك يكون الجهاز الصغير الخفيف اللطيف معدا لالتقاط صورة أخرى.. وهكذا يستطيع أي إنسان، أن يلتقط ما يشاء من صور فوتوغرافية، في رحلاته دون استصحاب أي متاع لهذا الغرض غير آلة تصوير صغيرة (كوداك) وعدة أفلام في لفائف خفيفة.

ولكن منذ ستين عاما تقريبا، كان التصوير الفوتوغرافي يحتاج لجهد وخبرة ومهارة.. وكان الهاوي الذي يخرج يوما في رحلة للتصوير، يخرج كما يخرج المكتشفون الذين يزمعون الرحيل إلى المجاهل غير المطروقة، ليقيموا فيها.. فكان عليه أن يحمل معه زيادة على آلة التصوير التي كانت في ذلك الوقت ضخمة ثقيلة.. كميات كبيرة الحجم ثقيلة الوزن من لوحات التصوير الزجاجية وإطاراتها المحكمة، كما كان عليه أن ينقل معه حجرة التحميض المظلمة.. برمتها!..

وعندما يبدأ في التصوير، يثبت آلة تصويره الضخمة على حاملها المثلث الأرجل، ثم يضبط خيال الصورة التي يرغب في تصويرها على لوحة البؤرة.. ثم بعد ذلك يقيم خيمة محكمة الإقفال لا ينفذ إلى داخلها الضوء، ليستعملها كحجرة مظلمة للتحميض.. وفي داخل هذه الخيمة يأخذ في خلط المعاجين والمساحيق والأدهنة ليكسو بها لوحة التصوير الزجاجية لتصير حساسة للضوء، ثم بعد ذلك يضع اللوحة وهي تقطر حامضا في إطار محكم خاص ثم يخرج مسرعا فيضع الإطار بما فيه من زجاج في مصورته، وبعد ذلك يعرض اللوحة

للتصوير، وعندما ينتهي من ذلك يأخذ الإطار وما به إلى خيمته المظلمة، ويبدأ عملية التحميض قبل أن تتلف الصورة..

وبعد أن ينتهي من هذا العناء.. يبدأ في حزم أمتعته.. ليرجع محملا إلى بيته!

لذلك كان لا يقدم على هواية التصوير الشمسي عام ١٨٨٠ تقريبا، إلا من كان متحمسا له تحمسا حقيقيا ومن كان يهواه هوى عميقا.

كان "جورج ايستمان" أحد هؤلاء الهواة المتحمسين، وكان عندما يعود من رحلاته، يحب أن يجالس أمه ويرجع إليها بصور المناظر التي رآها لأنها كانت تهوى الرحلات ولكنها كانت عاجزة عن الذهاب معه. وكان أشد ما يكرهه نقل أدوات التصوير لضخامتها وتعقيدها وما في ذلك من مضايقات أخرى.. وكان يعتقد أن مثل هذا الفن الجميل.. لابد أن يبسط ويوضع في متناول الناس ليتمتعوا به.. وراودته في ذلك خواطر وآمال لتبسيط الفوتوغرافية.. وسرعان ما أخذ يقضي وقت فراغه- من وظيفته الأصلية- كاتب في مصرف- في تجارب الفن الفوتوغرافي.

وكان سروره يفوق الوصف، عندما قرأ عن طريقة التصوير الفوتوغرافي على اللوح الجاف، التي طورت في انجلترا إذ شعر أن في هذه الطريقة استغناء عن قذارة التصوير على اللوح المبلل وصعوبته. كما أنه عرف أن التصوير الفوتوغرافي لن يحتاج بعد ذلك للمعاجين والسوائل والأدهنة وغيرها من الكيماويات ولن يحتاج إلى هذه الخيمة المظلمة الكئيبة في رحلاته.. وذلك لأنه سيكون في المستطاع تحميض الصور بعد الرجوع إلى المنزل. ثم خطر "لايستمان"، أن الألواح الزجاجية صعبة الاستعمال قابلة للكسر، وخصوصا بين يدي الهاوي الفوتوغرافي زيادة على ثقلها.. ثم فكر:

"أن ما نحتاج إليه هو مادة خفيفة الوزن، تنحني فلا تنكسر، فيمكن نقلها في لفائف داخل آلة التصوير.. هذا ما يجب على أن أفكر فيه وأحاول العثور عليه".

وقضى "ايستمان" سنوات في محاولات وتجارب عديدة وأنشأ مصنعا صغيرا لهذا الغرض، بعد أن ترك وظيفته في المصرف، وأخذ يصنع الألواح الفوتوغرافية الجافة وربح المصنع ربحا لا بأس به، لرواج هذه الألواح بين الناس رواجا عظيما، لسهولة استعمالها، ولتفوقها على الألواح الفوتوغرافية المبللة.

ولم ينقطع "ايستمان" عن تجاربه، لإيجاد مواد تستعمل مثل الزجاج في صنع الألواح الفوتوغرافية، وكان يود أن يصنع رقيقة (فيلما) ينحني وينثني ولا ينكسر. وأخيرا استطاع أن يكسو الورق بملين من الجيلاتين ليجعله فيلما فوتوغرافيا ممتازا.. وعندئذ أصبح في وسعه أن يرسم خطة آلة تصوير (كاميرا) يستعمل فيها هذا الفيلم ويستطيع أي إنسان استخدامها بسهولة.

وفعلا أتم صنع أول (كاميرا) سنة ١٨٨٨، وكانت على هيئة صندوق أسود صغير، متساوي الأضلاع تقريبا، ويمكن التصوير بها وهي في اليد، دون الحاجة إلى تثبيتها على حامل بثلاث أرجل، كما لم يكن هناك ضرورة لاستعمال لوحات فوتوغرافية زجاجية فيها، أو حتى (أفلام)، لأنها كانت مجهزة أصلا بلفافة من الفيلم المصنوع من الورق، تكفي لتصوير مائة صورة.

وكان كل ما يفعله المصور، هو ضبط المرئي (وحدة الخيال) في كاشف المنظر، ثم يضغط على زر ستار العدسة. وبعد ذلك يدير اللفافة، استعدادا لصورة جديدة. وعندما ينتهي المصور من تصوير مائة صورة، يرسل "الكاميرا" بما فيها لمصنع "ايستمان" حيث يحمض الفيلم وتطبع له الصور منه.

وكان سرور "جورج ايستمان" عظيما بمصورته هذه، لأنه حقق بها أمله في تسهيل التصوير الفوتوغرافي وجعله في استطاعة كل الناس.

وبينما كان إنتاج هذه المصورة (الكاميرا)، قائما على قدم وساق في مصنعه، أخذ يفكر في نحت اسم لها، فجلس ذات ليلة، مستضيئاً بمصباح مظلل، وفي يده قلم وورقة، يحاول صياغة عبارة تصلح للإعلان عن هذه المصورة.. وكان أن فكر في هذه الجملة:

"اضغط على الزر وعلينا الباقي"

وكان يعتقد، أن أسماء المنتجات، لها أثر عظيم في رواجها. كما أنها لا تقل عن الإعلانات نفسها في الأهمية. لذلك عقد العزم على صياغة اسم غير عادي، له امتياز خاص يطبعه في ذاكرة من يسمعه، فريد، سهل النطق، اسم يناسب هذه المنصورة الصغيرة التي ابتكرها. وأخذ يفكر:

"كيف أبدأ..؟ فلآخذ كلمتين مستعملتين أصلا في هذا الموضوع.. مثلا كلمة "كاميرا" وكلمة "سهل" (ويقابلهما في الانجليزية كاميرا، وايزي) وأخذ يحاول مزجهما معا ليركبهما تركيبا مزجيا، وبعد محاولات عديدة.. لم يمكنه أن يخرج تركيبا يرتضيه.. وفضل صياغة اسم جديد.

وكان يستلطف الحرف الهجائي "ك" وكان يتخيله متينا وله كيان ممتاز.. فرسمه أول حرف في الكلمة، "ك....ثم تساءل: "ما أنسب حرف ينسجم مع "الكاف" وعندئذ قفز في مخيلته الحرف "و".. فوضعه بعد "الكاف" "كو.."..
"هذا مقطع لا بأس به.. قصير، لطيف على السمع. فلأحاول المقطع الثاني..!" وبعد تفكير طويل وضع حرف "ك" آخر ولكن وضعه بعيدا عن المقطع الأول هكذا "كو... ك" وقال في نفسه "أن إنهاء الكلمة كما بدأ فكرة لا بأس بها".

وانقضت ساعات قبل أن يتمكن من تقرير حروف باقي الكلمة.. غير أنه كتب آخر الأمر الحرف "د" والحرف "ا" في المسافة الفارغة، هكذا "كوداك".

وشعر "ايستمان" أن هذا الاسم يحمل بين أجراس حروفه ما يرغب.. "كوداك".. إذ أن "كو" تشبه كثيرا في جرسها زر الستار إذا ضغط عليه و"داك" تشبه كثيرا صوت ستار العدسة عند فتحها.. والاسم في مجموعه سهل الملفظ، سهل التذكر.. لا يبارح الذاكرة بسهولة.. ومع هذا "فكوداك" اسم يبدو خفيف الظل، لطيف الروح.

وبالفعل، أدى الاسم "كوداك" الغرض المطلوب منه بالضبط.. وهو التعبير عن التقاط الصور الفوتوغرافية بسهولة، وبتكاليف قليلة، حتى أصبح فن التصوير الفوتوغرافي في متناول الجميع.

ولم تلبث منتجات "ايستمان كوداك" أن تطورت، واستبدل بورق الفيلم (السليلويد) وأمكن بيعه في أطوال قصيرة، كما صنعت (الكاميرات) بحيث يستطيع المصور وضعه فيها وإخراجه منها في ضوء النهار.. واستمرت كلمة "كوداك" عنوانا للتصوير السريع. وعرفت في جميع أنحاء المعمورة.

٣- الصور المتحركة لا تتحرك

هل أنت من هواة السينما؟ سواء أكنت أم لم تكن فلابد أنك شاهدت عرضا سينمائيا غير مرة.. هذا إذا لم تكن تمتلك جهازا "سينمائيا" منزليا، فلقد أصبحت السينما اليوم، أمرا عاديا لا يختلف عن أي عمل من أعمال اليوم العادية كارتداء الملابس مثلا!

ولكن، ستتولاك الدهشة والعجب، عندما تكتشف أنه من الصعوبة بمكان عظيم، توضيح السينما بسهولة لإنسان لا يعرفها أو لم يرها من قبل.. وهذا ما حدث لأحد مخترعي السينما الأول، وهو الرجل الذي ابتكر الوسيلة التي أخفى بها انتقال الصورة من إطار إلى إطار عند العرض فاختفت بذلك حركة انزلاق الفيلم وأصبحت الصور المعروضة ترى متحركة في حركة طبيعية دون رفرفة أو اهتزاز.

* * *

كان "فرنسيس جينكنز" يشتغل مختزلا في إحدى دور الحكومة بواشنطون (دي سي).. ولم يكن الاختزال في نظره سوى وسيلة لكسب معاشه، فإن رغبته الملحة واهتمامه وهوايته، في مشروع كان يصرف لتحقيقه كل مكاسبه، كما كان يقضي فيه كل أوقات فراغه وعطلاته.. وكان هذا المشروع هو اختراع ماكينة لعرض الصور المتحركة أو (السينما). ومن الغريب أنه لم يكن يتذكر متى بدأت هذه الفكرة تخطر بباله.. ولكنه كان يعتقد أن فكرة هذه الماكينة كانت دائما في ذهنه منذ صباه المبكر، عندما كان يشتغل في مزرعة، كما كانت تشغل باله طول الوقت الذي كان يدرس فيه الاختزال. ولكن الفرصة لم تتح له للعمل على تحقيق فكرته إلا عندما بدأ عمله في وظيفة مختزل بمكتب المستر "كميل" بواشنطون بعد عام ١٨٩٠.

وكان "فرانسيس" كأي صبي من صبيان هذا الوقت، له معرفة بألعوبة الأطفال (الزيوتروب) التي كانت تشبه آلة السينما وكانت هذه الألعوبة صندوقا مستديرا بداخله عجلة، مرسوم على حافتها مجموعة متتالية من الصور، فإذا دارت هذه العجلة حول نفسها، تظهر كل صورة من هذه الصور لحظة قصيرة أمام ثقب ينظر منه إلى الصور، فتظهر للرائي كأنها تتحرك بما يشبه إلى حد ما مرئيات السينما.

وكان "توماس. ا. إديسون"، قد اخترع جهازا سماه (كينيتو سكوب) وكان الجهاز يشتغل على أساس شريط من (السليلويد) يلتصق كل طرف من طرفيه بالآخر، وعليه صور متتابعة. ويتحرك هذا الشريط على عجلة مسننة، مارا بين مصدر للضوء وثقب ينظر خلاله. فإذا أديرت العجلة المسننة ظهرت الصور كأنها تتحرك، وأخذ جينكنز يفكر:

"هذه الطريقة خاطئة، فلا يصح أن تتحرك الصور وتظهر للعين في أثناء حركتها، لأنه إذا ثبتت صورة أمام العين، بعد مرورها، ولو لحظة قصيرة جدا، كجزء من الثانية مثلا، تستطيع في أثنائها العين رؤيتها واضحة دون ومض أو رفرفة.. وبما أن العين تستبقي خيال الصورة واضحا خلال لحظة قصيرة بعد الرؤية. فلابد أن تتمثل الحركة تماما بعد ذلك.

والمشكلة الحقيقية. هي كيف يمكن تحريك الصورة ثم إيقافها، بنظام ودقة، وبسرعة بحيث تظهر الحركة منتظمة مستمرة!

وأخيرا، وبعد شهور قضاها في تجارب ومحاولات لحل هذه المشكلة خطرت "لجنكنز" فكرة، وهي استعمال شريط طويل من (الفيلم) به ثقوب صغيرة، كلها على جانب واحد منه، يوضع في ماكينة بها عجلة مسننة، تدخل أسنانها في ثقوب الفيلم وتجره.. ويدير هذه العجلة محرك كهربي، فيجري الفيلم ويحل من

بكرته، إذ يدخل سن في ثقب ويجذب الفلم جذبة واحدة، تجره بمقدار مضبوط، لوضع صورة جديدة بدلا من الصورة التي تحركت بجذبة الفيلم. ثم بعد ذلك يدخل السن التالي في الثقب الثاني ويأخذ في جذب الفيلم مرة أخرى لعرض صورة أخرى.. ثم السن الثالث وهلم جرا، سنا بعد سن. وبذلك تترك كل صورة جزءا من الثانية ثابتة لا تتحرك. وبينما يتحرك الفيلم بعد ثباته هذه اللحظة. يتحرك ستار ليحجز الضوء عنه في أثناء حركته هذه. وبهذه الطريقة لا ترى العين إلا سلسلة متتابعة من الصور الثابتة تتابعا سريعا، فيرى التغير في كل منها حركة.

وكان عليه بطبيعة الحال أن يقوم بنفسه بصنع ماكينة العرض وماكينة التصوير "الكاميرا" كما كان عليه أن يقطع الفيلم وثم يقبه ثم يلصق الأشرطة بعضها ببعض، بمادة خاصة، اضطر أن يبتكرها. وفوق ذلك كله اضطر إلى صنع ماكينة لتحميض هذه الأشرطة الطويلة بعد تصويرها.

لقد استغرق استكمال اختراعه هذا وقتا غير قصير. وأخيرا ذات ليلة، على ضوء مصباح يضيء بالبترول، عرض "جينكنز" صورا متحركة على ماكينة "سينما" لا ترفرف الصور فيها ولا تومض وميضا يضايق العين.

ومع أنه حل كل مشكلات اختراعه الفنية. فإنه واجه معضلة من نوع آخر. وهي كيف يمكنه أن ينتفع ماديا من اختراعه هذا؟ ومع أن كل من رأى اختراعه وشاهد عرض صوره المتحركة، أعجب بها كثيرا إلا أن أحدا لم يرغب في شراء اختراعه. ولم يقتنع أي إنسان عنده فائض من المال أن في هذا الاختراع أي نفع جدي، فما عسى أن تكون فائدة ماكينة تصوير كهذه. أنها ليست إلا لعبة.. وبالتالي لن يكتسب من ورائها شيء.

لهذا كان على "فرنسيس جنكنز" أن يثبت أن الناس يقبلون على التمتع بالملاهي أيا كانت، وهذه السينما نوع ممتاز منها.

وبمساعدة صديق له اسمه "توماس أرمات" عول على عرض ماكينته في معرض "ولايات القطن" الذي أقيم في "أتلانتا" بولاية جورجيا عام ١٨٩٥، ظنا منه أن هذا المعرض خير مكان يعرض فيه اختراعه على الجمهور ويثبت أن فيه إمكانيات ترفيهية عظيمة.

واستأجرا ردهة صغيرة وجهزاها بمقاعد وستائر ووضعا فيها ماكينة العرض، ثم استخداما أحسن مناد أمكنهما العثور عليه، ليقف خارج هذه الردهة وينادي الناس ليغريهم بالدخول. وانتظر "جنكنز" "وأرمات" حشدا من الناس ليبدأ العرض.

ولكن الناس أخذوا يمرون جيئة وذهابا بين استعراض وآخر.. برغم صياح المنادي عليهم:

أيها السيدات والسادة.. تفضلوا بالدخول وشاهدوا متعة العمر.. الصور المتحركة.. ٢٥ سنتا لا غير.. بها تستطيعون مشاهدة الاختراع العجيب.. الصور المتحركة، ٢٥ سنتا فقط..

ولكن لم يأبه المارة به.. وأخذوا يرمقونه بنظرات الدهشة والاستنكار.. ثم يتسكعون متجهين إلى مكان آخر..

"صور متحركة!.. لم يبق إلا هذا..! من سمع بهراء مثل هذا.. بماذا يهرف هذا الرجل؟.."

وكرر المنادي نداءه مرارا.. "أيها السيدات والسادة.. صور متحركة.. تتحرك أمام أعينكم.. سيدة جميلة ترقص.. ترقص رقصا حقيقيا.. ادخلوا وشاهدوا الصور المتحركة العجيبة مقابل ٢٥ سنتا... ربع ريال فقط..".

ولكن لم يلتفت إليه أحد، اللهم إلا من حدجه بنظرة تعجب.. "ماذا دهى هذا

الرجل.. ولماذا يصيح هكذا.. لقد رأينا قبل اليوم صورا لسيدات ترقص.. ما الذي يقصده بقوله: صور متحركة.." ولم يفهم أحد من الناس المقصود ولم يهتموا به.

وأخيرا دخل المنادي، وهو يتصبب عرقا، وقد بح صوته، وقال "لجنكنز وأرمات" حيث كانا يجلسان في الردهة، بصوت كنقيق الضفادع:

"لا فائدة.. لا يفهم الناس ما أقول.. كيف يمكن لإنسان أن يوضح الصور المتحركة لأشخاص لم يشاهدوها أبداً..".

فهز كل منهما رأسه يائسا، فلم يكن لديهما شيء يقولانه لأن المنادي كان على حق.. ليفهم الناس ما هي الصور المتحركة لابد أن يروها أولا.

وأخذ جينكنز يفكر لحظة.. ثم أضاء وجهه بشرا.. ليفهم الناس الصور المتحركة، لابد أن يشاهدوها أولا.. لذلك علينا.. أن نحضر الناس ليروها دون أن يعرفوا أنهم حضروا لهذا الغرض.. فسأله "أرمات":

"وكيف يكون ذلك، فالناس لا تدخل إذا عرفوا أنهم سيرون الصور المتحركة، فكيف يدخلون إذا لم يعرفوا ذلك؟" فأجابه جينكنز مبتهجا.. "ليستريحوا.. فالناس يتعبون من السير، بين استعراض وآخر، فإذا دعوناهم ليستريحوا من عناء المشي، ودخلوا ليستريحوا أريناهم الصور..!

فهز الآخران رأسيهما، متشككين، إذ أن من المحتمل عدم نجاح الفكرة، ولكن لم يكن لديهما أي رأي آخر.. فوافقاه. وخرج المنادي يصيح في الناس:

"سيداتي، سادتي، تفضلوا بالدخول واستريحوا.. فإن لدينا مقاعد كثيرة، تفضلوا بالدخول واستريحوا من الحر، فالجو في الداخل رطب لطيف..؟

فتريثت سيدتان متعبتان من المشي، أمام الردهة وهما في دهشة لهذه

الدعوة الغريبة.. ودخلتا ثم جلستا على أقرب مقعدين، تشكران في قلبيهما هذه الدعوة.. وتبعهما كثير غيرهما.. وفي دقائق، شغلت نصف المقاعد، وقرر "جينكنز" أن يبدأ العرض.

فأطفأ أرمات النور وأدار "جينكنز" ماكينة العرض..

دهش الناس من انطفاء النور، وقبل أن يفيقوا من دهشتهم، ظهرت أمام أعينهم الصور المتحركة العجيبة.. صور كبيرة.. تتحرك فعلا.. فتاة تتثنى وتتمايل في أشكال راقصة.. وكان ذلك رائعا.. إذ لم تختلف الصورة عن الحقيقة كثيرا.

وعند نهاية العرض، أضيئت الأنوار وأعقب ذلك شرح "جينكنز" لزبائنه.. وكان هذا أول عرض عام للصور المتحركة– أو "السينما"– ثم أضاف قائلا:

إذا كان العرض قد سركم، وإذا رغبتم، فإننا نكون شاكرين لو تكرمتم بدفع ٢٥ سنتا بشباك التذاكر عند خروجكم.

وخرج الناس يتكلمون عما شاهدوه، عن الصور التي تتحرك.. ووقف أغلبهم على شباك التذاكر ثم دفع الـ ٢٥ سنتا، ولكن قليلا منهم خرج مسرعا، متمتمين: "الغالب على الظن أنها غش وتدليس".

وأعاد المنادي الكرة ودعا الناس ليستريحوا.. ومرة أخرى عندما تجمع عدد كاف، عرضت الصور.. ثم طلب من الناس أن يدفعوا إذا كان العرض يستحق ذلك.

وبهذه الطريقة تمكن "جينكنز" أن يثبت، أنه إذا شاهد الناس، السينما التي صنعها، وعرفوا ما هي.. فسيهتمون بها، ويدفعون عن طيب خاطر للتسلية والترفيه.

ولم يلبث أن استطاع بيع اختراعه، ثم بعد ذلك حصل "توماس. ا. إديسون" على جميع حقوق هذا الاختراع وكون أول شركة تجارية للصور المتحركة أو "السينما".

وقد أدخلت على السينما تحسينات كثيرة واختراعات متعاقبة، إلا أن "فرانسيس جينكنز" هو الذي وضعها في بداية الطريق الصحيح، وذلك بإزالة الرفرفة والوميض التي تسببهما حركة الصور المتعاقبة.

٤- السينما باللاسلكي

بعد أن تعلم الناس كيف يرسلون الأصوات بغير أسلاك، أخذوا يفكرون في كيفية نقل الصور في الفضاء كذلك.. وكان دون هذا الأمر مصاعب جمة.

من الضروري عند إرسال الصوت في الفضاء، أن تغير كل موجة صوتية إلى ما يقابلها من دفعات كهربية. ثم يعاد تغيير هذه الدفعات عند طرف الاستقبال إلى الموجة الصوتية الأصلية. ولكن عند إرسال صورة ما، (والصور في الواقع تشكيل منظم لشدة في الأضواء والظلال.. وليست مجرد قيمة ضوئية واحدة) يجب أن يحلل هذا التشكيل إلى قطع صغيرة، وبعد ذلك تغير كل قطعة من هذا التشكيل (وهذه القطعة في الواقع مجموعة من أضواء وظلال)، إلى دفعات كهربية. تغير عند طرف الاستقبال ثانية إلى ضوء وظلال. وتوضع كل هذه القطع معا في ترتيبها ومكانها في التشكيل الأصلي، المكون من أضواء وظلال!..

يبدو هذا للقارئ معقدا.. وهو في الواقع كذلك.. لذلك استغرق تطوير "التلفزيون"– الرؤية المذاعة– وقتا طويلا. ولقد حدث أنه بعد أن رسم الباحثون الفنيون خطة "التلفزيون"– الرؤية المذاعة– لتنفيذه، وبعد أن صنعوا جهازا، أدى عمله إلى حد ما. وكان بهذا الجهاز قرص لفاف، الغرض منه تحليل الصورة، أو تفصيمها إلى أجزاء كل جزء بعيد عن الآخر. إلا أن هذا الجهاز لم ينجح النجاح المطلوب لأن القرص اللفاف لم يفصم الصورة بسرعة كافية..

ولإيضاح ذلك، يجب معرفة أن عملية تفصيم الصورة إلى ما يقرب من ٥٠٠.٠٠٠ قطعة (وهذا هو عدد القطع المطلوبة)، ثم إرسال كل من هذه القطع بهيئة دفعات ضوئية، كل على حدة، ثم تجميعها ثانيا في تشكيلها

الأصلي.. كل هذا.. يجب أن يستغرق حوالي ١/٣٠ من الثانية.. تصور هذا.. مع أننا نعتبر أن السينما عند تشغيلها تعمل بسرعة.. مع أنها تعرض عادة أربعا وعشرين صورة في الثانية.. وهذا أبطأ بكثير من المطلوب (للتليفزيون أو الرؤية المذاعة) وأبسط، إذ أن جهاز عرض السينما يستعرض الصورة كما صورتها (كاميرتها) كآلة تصويرها- بالضبط دون تفصيمها أو تمزيقها إربا، ثم تحويلها القطع بعد ذلك.

ومن الصعب جدا، تصور السرعة اللازمة لعملية (التلفزة)، لذلك يمكن تقدير المصاعب التي كانت في طريق روادها.. عندما كان عليهم أن يصنعوا جهازا يعمل بسرعة كهذه.. مع العلم بأن سرعة عرض الصور المتعاقبة كاملة دون تفصيم، يجب أن لا تقل عن ثلاثين صورة في الثانية وإلا فلن ترى الحركة منتظمة واضحة للعين.

لهذا السبب، كان نمو (التليفزيون)- الرؤية المذاعة- أبطأ منه في الراديو.. مع أنهما بدءا في وقت واحد تقريبا.. ولم يتم نمو التلفزة إلا بعد أن تحقق حلم تلميذ مدرسة ثانوية، بوضع الإلكترون تحت المطوع، لتصنع بوساطته عين (التليفزيون) الخاطفة.

* * *

في عام ١٩٢٥، كانت تدور في ذهن "فيلو. ت. فارنذ ورث" فكرة جبارة، وكان "فيلو" شابا طموحا مجتهدا في التاسعة عشرة من عمره. ولكن فكرته هذه لم تلق تشجيعا، ولم يكن يدري كيف يتصرف في شأنها.. فقد حاول إدارة حانوت لأجهزة الراديو، ولكنه أخفق، ثم حاول العمل في أفنية السكك الحديدية وحظائرها، ولكن العمل فيها كان مضنيا لا يناسبه وهو فتى يافع غير قوي.. وأخيرا اشتغل مساعدا "لجورج افيرسون" الذي كان يدير حملة لتمويل

المشاريع في (ولاية يوتاه الجنوبية).. ولكن ما قيمة عمل كهذا في نظر صبي يتعشق (التلفزة) ولا يهتم بوسائل تمويل المشروعات؟..

وبطبيعة الحال، كان "فيلو" فيما يشبه اليأس، فلقد مضت أربع سنوات منذ أن خامرته فكرة (التليفزيون الإلكتروني)- الرؤية المذاعة الإلكترونية-.. أربع سنوات طوال، وهو لا يزال عاجزا عن تحقيق فكرته، فلقد كان في المدرسة الثانوية عندما تعلم ما يعرفه عن (الإلكترونات).. التي تلف وتدور بسرعة غير معقولة داخل الذرات، ولقد تعلم أنه في أحوال خاصة تنطلق هذه (الإلكترونات) من ذراتها، وتطير في الفضاء.. وفي الحال.. تخيل استعمال هذه الإلكترونات في (التلفزة) وذلك بضبط حدة الصورة خلال عدسة ماكينة تصوير على سطح حساس، ثم تطلق الإلكترونات. وبإرسال هذه الإلكترونات وتجميعها، يمكن إعادة تكوين الصورة عن بعد.. فالإلكترونات وحدها هي التي يمكنها أن تتحرك بالسرعة اللازمة للتلفزة.

ولقد كان "فل" متأكدا من صحة خطته في تلك الأيام البعيدة، أيام كان تلميذا بالمدرسة الثانوية.. تأكده منها الآن. ولكن ليستطيع إقناع أي إنسان آخر، عليه أن يصنع جهازا يبين فكرته بوضوح، بحيث يثبت أن (التليفزيون الإلكتروني) يؤدي عمله.. ولكنه للأسف، لا يملك مالا ولا أجهزة ولا معملا يصنع جهازه فيه فلا عجب أن ييأس إذن.

وذات يوم جلس "فل" يخاطب نفسه: "يظهر أنني لن أتمكن من عمل أي شيء لتحقيق فكرة (التليفزيون الإلكتروني) فلماذا لا أعطي الفرصة لغيري ليحاول ذلك.. سأكتب الفكرة كمقالة في مجلة.. فلعلني أحصل على بعض النقود من هذا العمل".

وجلس يضع خطته المعقدة على الورق، وملك عمله هذا كل مشاعره حتى أنه أخذه معه إلى مكان العمل، متوقعا أن يقضي وقت فراغه من عمله في مراجعته واستكماله.

وسرعان ما أثار ذلك فضول أحد زملائه في العمل، فأخذ يتطلع لما يقوم به "فل"، وعندما علم حقيقة الأمر دهش دهشة عظيمة. وانطلق إلى رئيسهما "ايفرسون" وقال له:

– أتعرف ما الذي يعمله هذا الشاب الجديد "فارنذ ورث".. أنه يرسم خطة (لتليفزيون إلكتروني).

فأثار هذا اهتمام "ايفرسون" حتى أنه أرسل في طلب "فارنذورث" وطلب منه أن يوضح له فكرته هذه المتعلقة (بالتلفزة). ومع أنه لم يفهم تماما توضيحات "فل" إلا أنه عرف أن لدى الفتى فكرة جديرة بالبحث.

وبعد أيام قلائل، أرسل "ايفرسون" في طلب "فل" ثانية، وقال له:

– لقد انتهيت من عملي هنا في "أوتاه" وأني راحل إلى "نوس أنجلز" لأدير تمويل مشروع عام.. هل تحب أن ترحل معي.. يا فارنذ ورث. وفي لوس أنجلز، ستستطيع الاتصال بمحامي تسجيل اختراعات.. هذا هام جدا يا بني.. إذ ربما ادعى أحدهم فكرتك هذه إن لم تسجلها.. وبعد ذلك نبحث عن ممول لتطوير اختراعك هذا..

وكانت الأربع والعشرون ساعة التالية، مليئة بالكثير.. "لفل فارنذورث".. إذ في هذا الوقت القصير، حزم ملابسه، وتزوج فتاته التي كان يحبها منذ الطفولة، واتجه فورا مع عروسه إلى "لوس أنجلز".

ولم يمض سوى أشهر قلائل، حتى كان قد سجل حقوق اختراعه (نظام التلفزة الإلكترونية) وأمكنه بمساعدة "جورج ايفرسون" المشكورة تمويل خطته من رجلين من رجال الأعمال في "لوس انجلز" وكان هذا بداية عمل شاق طويل مضن شغل عليه كل حواسه ومشاعره لصنع جهاز يحقق فكرته العظيمة.

إن معدات وأجزاء "التليفزيون" المستعملة اليوم، هي نتيجة لأفكار ومجهودات كثير من الرجال، نخص بالذكر منهم "زيوركين" إلا أنها جميعا تعتمد على نظام "فارنذورث" الإلكتروني.

وجهاز التليفزيون الحديث، جهاز معقد غير مبسط، قلبه (الايكونوسكوب) أي منظار الصورة وهو عبارة عن وعاء مفرغ من الهواء وراء عدسة ماكينة (التليفزيون). و(الايكونوسكوب) أو (الايك) في (التليفزيون) يقابل (الميكروفون) أو (الميك) في (الراديو)، إذ يلتقط المنظر المراد تلفزته أو إذاعته للرؤية.

وفي هذا (الأيك) لوحة حساسة للضوء، أو بمعنى أصح آلاف مؤلفة من حبيبات حساسة للضوء، وهذه الحبيبات في الواقع خلايا (فوتوالكترك) أو (كهرو ضوئية) فإذا سقطت الأشعة الضوئية على هذه الحبيبات، تتشحن كهربيا بشحنات تيار كهربي ضئيل جدا تتناسب في شدتها مع شدة الأشعة الضوئية الواقعة عليها.

ويحدث تفصيم الصورة التي على اللوحة الحساسة، بشعاع فتحرك بسرعة غير معقولة جيئة وذهابا على "لوحة الأيك"، وهذا الشعاع يأخذ في تجميع الشحنات الكهربية بأخذها من الحبيبات كلما مر عليها وهذه الشحنات، تصبح تغيرات في تيار كهربي يجري، ويتضخم ويضغط ثم يرسل عن طريق (كابل) إلى مذيع (التليفزيون).

وهكذا كانت الوظيفة التي شغلها "فيلو فارنذورث" والتي كان يظنها عديمة المنفعة، هي الاتصال والواسطة التي كان يحتاج إليها لتحقيق حلمه "بالتلفزة" التي تشتغل بلا أجزاء متحركة، وفيها تتحرك الإلكترونات بسرعة الضوء نفسه، فتذاع الصور المتحركة في الفضاء فنستقبلها ونتمتع بمشاهدتها في منازلنا.

الجزء الثاني

اختراعات في سبيل الصناعة

رابعا: الماكينات

١- ماكينة النار

أرأيت المحرك البخاري الذي يدفع القاطرة العظيمة، فتدور عجلاتها بسرعة خاطفة، فيجري القطار على قضبانه بسرعة تأخذ بالألباب، وكأنه في سيره يطير؟.. ونسائل أنفسنا: "ما أعجب البخار.. وما أكثر ما يحتويه من إمكانيات"!!

ولم تكن الناس تدري ما للبخار من قوة، وبالتالي لم يعرفوا له منفعة أو استخداما.. والواقع أنه لم يكن معروفا عنه إلا النذر اليسير، حتى قدر لشاب اسكتلندي أن يشتغل في محرك بخاري مكسور كان يسميه (ماكينة النار).

* * *

على أرض جامعة "جلاسجو" وأمام شاب في حانوت صغير يعمل في إصلاح الآلات الموسيقية، كان الشاب يقوم بتنظيف وإصلاح أدوات الجامعة وأجهزتها العلمية، كما أنه كان يصنع ويبيع معدات صيد السمك، والنظارات.. وهكذا كان لا يعوز هذا الشاب عمل يقوم به.. وذات يوم عام ١٧٦٥، كان جالسا يقوم بإصلاح (أرغول) فدخل عليه أستاذ من أساتذة الجامعة يحمل ماكينة غريبة الشكل خشنة المظهر.. وقال:

– أسعدت صباحا يا "جيمي".. لقد أحضرت لك شيئا نجرب فيه مهارتك.

فنظر "جيمس وات" نحوه.. وقال: ما هذا الشيء .. هل من شيء مكسور آخر؟..

فأومأ الأستاذ بالإيجاب وقال: نعم.. نموذج لماكينة "نيوكمنز".. لقد توقفت عن العمل..

فقفز "جيمي" منفعلا انفعالا شديدا وصاح:

- "ماكينة نار".. لقد انتظرت طويلا لأرى واحدة، سأكون في غاية السعادة والسرور، عندما أقوم بإصلاحها، لأستطيع تعلم شيء عن البخار.. أني على يقين يا أستاذ أن للبخار إمكانيات عظيمة.. لو اكتشفنا الطريقة التي يمكننا بها استعماله.

وأخذ "وات" يفحص هذا النموذج الغريب باهتمام عظيم.. فمكبس الماكينة موضوع في أسطوانة رأسية، ومثبت من أعلاه طرف رافعة تتحرك حول مرتكز.. ومثبت في طرفها الآخر عمود مضخة له في الحال كيف تؤدي هذه الماكينة عملها.. إذ يوضع الماء في الأسطوانة، ويسخن بنار من تحتها، وبينما يغلي الماء يطرد البخار كل الهواء من الأسطوانة، وبعد ذلك يغلق البخار عنها، ويرش ماء بارد داخل الأسطوانة، وبطبيعة الحال يكثف الماء البارد البخار.. فيحدث تفريغ في الأسطوانة، وبذلك يضغط هواء الجو الخارجي المكبس، فينزل في الأسطوانة ومعه طرف الرافعة فيصعد الطرف الآخر رافعا معه عمود المضخة، ثم بعد ذلك تملأ الأسطوانة بالبخار ثانية، فيصعد المكبس وينخفض عمود المضخة.. وبذلك تشتغل المضخمة بوساطة هذه الماكينة أو المحرك.

وقال الأستاذ متجها نحو الباب للخروج:

- تعلم يا جيمي كل ما يمكنك تحصيله عن البخار من هذه الماكينة.. فلعل الحظ يواتيك وتعثر على طريقة لإدارتها دون حرق كمية كبيرة من الفحم.. وفي اعتقادي يا "جيمي" أن استعمال المحركات البخارية لن ينتشر لأن تكاليف إدارتها عالية جدا..

ولكن "جيمس وات" لم يسمعه لأنه كان منهمكا في العمل في إصلاح (ماكينة النار). وبعد أن أصلحها ملأ غلايتها وأوقد النار تحتها.. وأخذ يراقبها. لم يلبث حتى توالد البخار في الأسطوانة، وأخذ يدير الماكينة. ودارت الماكينة بقوة وشدة بضع دقائق ثم توقفت، لأن المياه كانت قد استنفدت، وكان على "وات" أن يعيد ملء الغلاية ويعيد إيقاد النار.. ثم أعاد الكرة وأدار الماكينة، عدة دقائق ثم توقفت بعد أن استنفد الماء ثانية، فأعاد "وات" ملء الغلاية وإيقاد النار.

وبعد أن أعاد "وات" إدارة الماكينة عدة مرات، وجلس ينظر إليها مفكرا.. كان الأستاذ على حق.. لأن هذه الماكينة تستعمل المياه والفحم بكثرة.. ولذلك فإن إدارتها غالية التكاليف جدا، ثم أخذ يفكر متعجبا:

– لماذا تستهلك هذه الماكينة هذا المقدار الهائل من البخار؟.. لأبحثن عن السبب.. وبعد ذلك سأحاول صنع ماكينة نار.. إدارتها لا تكلف كثيرا.

ولم يستغرق وقتا طويلا في بحثه، ليجد سبب استهلاك الوقود الكثير، عند إدارة هذه الماكينة، إذ وجد أن الأسطوانة كانت تبرد في كل مرة يرش الماء فيها. وكان الماء يرش بتكثيف البخار. لذلك كان جزء من حرارة البخار يستنفد في تسخين الاسطوانة. فإذا كان المطلوب استخدام كمية صغيرة من البخار، يلزم أن يحتفظ بالأسطوانة ساخنة طول الوقت.. ولكن كيف يكثف البخار في هذه الحالة، ليشغل المضخة.. ولكنه لم يستطع الإجابة عن هذا السؤال.

وخلال الأسابيع التالية، قضى "جيمس وات" كل الوقت الذي كان في استطاعته استقطاعه من وقت عمله، في حل لغز المحرك البخاري الذي يستهلك كمية كبيرة من البخار بلا داع.. ثم أخذ يقرأ كل ما تقع عليه عيناه مما كتبه غيره على البخار.

وأجرى التجربة بعد الأخرى محاولا الكشف عن طريقة لصنع محرك بخاري له قدرة كبيرة، بحيث يستهلك كمية قليلة من البخار. فتعلم كثيرا عن البخار نفسه وطبعه وقدراته. وأخيرا عثر على حل لمشكلته.. إذ بينما كان يسير في أرض الجامعة يوما من الأيام. طرأت له فكرة:

"يمكن تكثيف البخار، في قسم منفصل عن الأسطوانة، ولكنه متصل بها بماسورة قصيرة.. وبهذه الطريقة يمكن المحافظة على حرارة الأسطوانة، فلا تضيع أية كمية من البخار، وبهذه الطريقة لا يستهلك المحرك وقودا كثيرا وينتج قدرة كبيرة".

ثم قفل راجعا إلى حانوته، وهو منفعل انفعالا شديدا، ليحاول تجريب فكرته.. فأوصل البخار بماسورة إلى مكثف منفصل، تاركا الأسطوانة ساخنة وأغلق بعد ذلك الأسطوانة من الخارج ليمنع تسرب البخار..وفي الحال ثبت له أنه على صواب، لأن محركه الصغير كما هو لم تستكمل أوجه النقص به ولا يزال بعيدا عن الكمال كانت قدرته أعظم واستهلاك وقوده أقل عن ماكينة "نيو كنمز".

ولكن عندما رسم "وات" خطة محركه، لم يكن قد انتهى بأي حال من الأحوال من عمله.. فلقد كانت هذه هي البداية إذ كان عليه أن يصنع ما يحتاج إليه من آلات وأدوات للعمل بها. لأن آلات القطع والتشغيل التي كانت تلزم لصنع مثل هذا المحرك لم تكن معروفة بعد. واتضح له كذلك أن صنع المحركات البخارية يكلف كثيرا، وأنه يلزمه أن يصنع أكثر من محرك واحد، ليتمكن من الوصول إلى محرك ناجح.. لهذا فإنه بعد أن أنفق كل نقوده، استدان واستمر يعمل في صنع المحركات البخارية.

وبعد خمس سنوات طوال، نجحت "ماكينة النار"، وعرف الناس قيمة البخار وإمكانيات قدرته. وأخذوا يستخدمون ماكينته لضخ المياه من المناجم المغرقة بالماء، ثم بعد ذلك استعملوها لجر القطارات لنقل الركاب والبضائع.. وكذلك في السفن. كما استخدموها في إدارة ماكينات التشغيل في المصانع العظيمة.

وهكذا، فإن اكتشاف "جيمس وات" لأسباب استهلاك بخار كثير في نموذج صغير، مكن البشرية من استعمال البخار في عظيم الأمور.

٢- جيني الأم وجيني البنت وجيني الغزالة

إذا احتجت لثوب جديد، أو قميص، واضطررت لانتظاره، حتى يغزل قطنه، ثم بعد ذلك ينسج قماشه، ويفصل ثم يحاك.. يفرغ صبرك من طول الانتظار.. هذا ما كان منذ سنوات وسنوات، إذ كان الناس وخصوصا أطفالهم.. ينتظرون بفارغ الصبر، هذه العمليات الطويلة المتعاقبة ليتمتعوا بملابس جديدة. إذ كانت عملية الغزل وحدها تستنفد ساعات في عمل يحتاج إلى صبر وأناة، وقبل أن يمكن نسج القماش كان النساجون ينتظرون الغزالين طويلا ليعدوا لهم الخيوط اللازمة للنسيج.. وأخيرا.. نفد صبر أحد النساجين فاخترع وسيلة سريعة لإعداد وغزل الخيوط.

* * *

ذات يوم، عام ١٧٦٤، جلس "جيمس هارجريف" النساج أمام منسجه دون عمل، وذلك لأن خيوط الغزل الذي كان ينسجه كانت قد نفدت.. ولم يكن أمامه الآن أن ينتظر زوجته حتى تفرغ من غزل وإعداد خيوط عديدة.

وجلس يراقب زوجته، وهي تدير عجلة المغزل بنشاط وهمة في الجانب الآخر من الغرفة.. كم كان يود أن تنتهي بسرعة من إعداد هذه الخيوط.. ولكن هيهات.. فالعجلة تدور بأقصى سرعة وقدم زوجته تضغط الدواسة، بانتظام دون تمهل أو بطء.. والمغزل يلف ويدور بأقصى جهد. بيد أن الخيط المغزول الذي يتجمع حول عمود المغزل.. كأنه يزحف ويلم في بطء مغيظ.

وكانت زوجته تسحب بأصابعها الخفيفة المدربة أطوال ألياف القطن المجدل بعضها على بعض، وتغذى بها المغزل اللفاف فيغزلها خيوطا دقيقة رقيقة، معدة للنسج، وانتهت جديلة القطن وجمعت خيوطها على عمود المغزل ثم سحبت

جديلة قطن جديدة. فتنهد "جيمس هارجريف".. كم يود أن تزيد زوجته سرعتها في الغزل.. فكل ساعة من ساعات انتظاره تضيع من مكاسبه في النسج.. وكثيرا ما انتظرها.. كما ينتظرها الآن لتفرغ من إعداد الخيط ليستأنف عمله..

فهل هناك طريقة سريعة لغزل الخيوط؟

ولو أنه لم ينبس ببنت شفة إلا أن زوجته "جيني هارجريف" كانت تعرف أن صبره يكاد ينفد انتظارا لغزلها. ولكنها كانت تعمل بآخر جهد لها.. وما ذنبها إذا كانت سرعتها في النسج أكبر من سرعتها في الغزل.

وبعد ذلك بدأت خيوط الغزل تخرج غير منتظمة بها عيوب، لأن زوجته بدأت تضطرب وتسرع دون عناية وحذر، وذلك لأن زوجها أثار أعصابها بتحديقه المستمر في مغزلها ولما يبدو عليه من نفاد الصبر. وفجأة فتح الباب ودخلت ابنتهما الصغيرة الغرفة، وكان اسمها "جيني" أيضاً.

– أماه.. متى تنتهين من حياكة ثوبي الجديد؟.. أتنتهين منه قبل يوم العيد؟.. أني أرجو ذلك.. ولابد أن ألبس ثوبي الجديد في العيد..

فنفد صبر الأم وصاحب في ابنتها:

– ثوب جديد!! كأني دون غزل أغزله لأبيك، لينهي النسيج المطلوب منه.. حتى تأتي إلي تتحدثين عن أثواب جديدة؟!.. اقعدي يا جيني هنا بجواري وساعديني في إعداد وجدل ألياف القطن، وإياك والتلفظ بكلمة بخصوص الثوب الجديد حتى أجد وقتا لذلك..

فملأ الدموع مقلتي "جيني" الصغيرة وأخذت تلتقط القطن لجدله ولكن دموعها حجبت عنها الرؤيا.. وتعثرت في حركتها فقلبت عجلة المغزل فسقط

على الأرض. فصاحت أمها غاضبة: _ ما هذا يا جيني.. انظري ما فعلت.. يخيل لي أنني لن أنتهي من هذا الغزل!

ثم انحنت لتقيم المغزل المقلوب، ولكن زوجها، التفت إليها وصاح فيها قائلا:

– لا. لا.. يا جيني.. لا تقيمي المغزل.. اتركيه مكانه.. لقد خطر لي خاطر..

فوقفت "جيني" الأم بجوار "جيني" البنت وهما في دهشة وحيرة.. وقلبتا النظر من المغزل المقلوب الذي كانت عجلته لا تزال تدور وإلى وجه "جيمس هارجريف" الذي كان يعبر عن انشغال وتفكير. وقالت زوجته في احتجاج على قوله:

– ما هذا يا جيمس.. ألسنا في عجلة شديدة لغزل الخيوط.. وعلى أن أستأنف الغزل.. أن أمامي منه عملا كثيرا..

فقال زوجها: "انتظري" ثم وضع يده على زراعها "أظن أني أعرف طريقة لصنع عجلة غزل تغزل أسرع من هذه خمسة أضعاف".

فصاحت زوجته: "أسرع خمسة أضعاف! هذا عجيب! ولكن كيف؟ كيف يا جيمس.. كيف يمكنك صنع عجلة تفعل هذا!".

ثم أشار هارجريف إلى عمود الدوران الذي كان لا يزال دائرا وأوضح قائلا:

– يمكنني وضع عدة أعمدة دوران بعضها بجانب بعض، ثم أديرها جميعا بعجلة واحدة.. فإذا وجدت طريقة لسحب القطن بينما يلتف بعضه على بعض.. يمكنك حينئذ الغزل بخمسة أو خمسة عشر من الخيوط في وقت واحد بنفس السرعة التي تغزلين بها الآن خيطا واحدا فقط.

ثم التقط عجلة المغزل وأخذ يفحصها وهو يفكر في طريقة لتحقيق هذه الفكرة الجديدة.

فتقدمت جيني الصغيرة ونظرت إلى وجه أمها المنفعل، وقالت بخجل: "يا أمي، إذا تمكنت من غزل القطن بسرعة تعادل خمسة أضعاف العمل المعتاد عندما يصنع والدي عجلة مغزلك الجديد..".

فقاطعتها أمها ضاحكة وهي تعانقها: "أي نعم يا جيني.. إذا غزلت الخيوط بهذه السرعة فيسكون لك ثوبك الجديد في الوقت المناسب قبل العيد".

وبدأ "هارجريف" يعمل جاهدا في صنع ماكينة الغزل الجديدة، وبعد محاولات عديدة لتحقيق خطط مختلفة، نجح في صنع واحدة أطلق عليها "جيني الغزالة" وكانت في الواقع هذه الماكينة الجديدة تحسينا جديدا في المغزل القديم.

فقد أقام إطارا كبيرا بعجلة تدار باليد على جانب من هذا الإطار، ثم وضع تحت الإطار، في الوسط، صفا من البكرات تحمل الجدائل استعدادا للغزل، وتسحب إلى أعلى الإطار بين عارضتين مستويتين من الخشب، يمكن إحكامهما معا، فيمسكان بالجدائل. وتسير بعد ذلك هذه الجدائل توا حتى خلف الإطار لتصل إلى صف من الأعمدة الدوارة.

وعندما تكون السيدة على استعداد للقيام بعملية الغزل، وبعد أن تعد الجدائل، وتسحب بين العارضتين، وتثبت في أعمدة الدوران. تقوم بإدارة العجلة، فتلف الأعمدة الدوارة.. ثم تدفع العارضتين باليد إلى الأمام.. فتمط الجدائل في أثناء برم ألياف القطن فتدق وترفع إلى الثخانة المطلوبة. وبعدئذ تلف هذه حول بكرات تحت أعمدة الدوران، وبعد الانتهاء من هذا تعاد الكرة.

وكما هو الحال في المغزل اليدوي، إذ تؤدي الماكينة العمليات الثلاث بتتابع: تمط الجدائل، ثم تبرمها خيوطا، ثم تلفها على بكرات، ولكنها تغزل خيوطا عديدة في وقت واحد بدلا من غزل خيط واحد. وتم سرور السيدة "جيني" وسعادتها بغزالتها الجديدة "جيني" التي تغزل بها من الخيوط عشرين ضعفا في اليوم الواحد أكثر مما يمكن غزله بعجلة المغزل القديمة التي قلبتها جيني الصغيرة.

٣- منظف الأقطان

كثير من ملابسك مصنوع من القطن.. ازارك ودثارك وفي الغالب قميصك أو ثوبك وربما جواربك.. فإن أغلب ملابسنا العادية مصنوع من القطن، لا لأنه متين ولا يبلى بسرعة أو لأنه سهل التنظيف فحسب، ولكن لأن القماش القطني، أقل تكاليف وأرخص ثمنا من القماش المصنوع من الصوف أو الكتان أو الحرير..

منذ أمد بعيد، لم يكن القماش المصنوع من القطن رخيصا. إذ لم يكن يصنع منه الكثير. فكانت المصانع لا تجد ما يكفيها من القطن الخام، لأن زراعه كانوا لا يقبلون على زراعته، التي كانت غير مربحة. وذلك لأن أليافه تكون عادة عالقة ببذوره وكان من الصعب جدا فصلها عن البذور.. فكان يستنفد مجهودا شاقا مضنيا لفصل ألياف القطن عن بذوره العالقة بالألياف. لذا لم يكن من اليسير أن تنتشر زراعة القطن وتكثر، ويرخص ثمنه، حتى تكتشف طريقة سهلة لتخليص أليافه من هذه البذور العالقة بها. ومن الغريب أن رجلا من مقاطعة (مساتشوست)، لم يكن رأى قط حقول القطن، هو الذي اخترع ماكينة لتخليص القطن من بذوره.

* * *

ذات مساء عام ١٧٩٢، كانت السيدة "جرمين" قد دعت جمعا من أصدقائها لزيارة مزرعتها بالقرب من (سافاناه بولاية جورجيا) وكان المدعوون كلهم من المزارعين من الجنوب إلا السيد "هوتني" الذي كان قد وصل حديثا من (نيو أنجلند). فجلس هذا الشاب الغريب عن هذه المقاطعات ينصت لأحاديثهم التي كانت كلها حول الزراعة والمزارع.. وكان المتكلمان رجلين.. قال أحدهم للآخر:

– ما الذي ستزرعه هذا العام؟

فأجابه الآخر:

– أرزا.. طبعا.. في كل الأرض الصالحة لزراعته، ولكن لدى مساحات كبيرة لا تصلح إلا لزراعة القطن..

فسألته السيدة جرمين: "أتزرع قطنا هذا العام؟".

فأجابها المزارع: "ما الفائدة من زراعته.. ليس عندي من النقود ما يكفي لدفع أجور العمال الذين يفصلون القطن عن بذرته.. إذ يستنفد تخليص رطل من القطن عمل رجل يوما كاملا لأن البذرة ملتصقة جدا بأليافه".

فقال تيللر: "هذا حقيقي.. لا خير يرجى من زراعة القطن.. فليس في زراعته أي ربح".

فقال السيد ألن: "أني مندهش.. لم لم يخترع شخص ماكينة تفصل القطن عن بذرته!! إن ماكينة تقوم بهذا العمل تجعل زراعة القطن مربحة جدا".

فأجابه آخر: " أن زراعة القطن تكون مربحة جدا لو وجدنا من ينظف القطن بسهولة"..

فابتسمت السيدة وقالت: "أيها السادة إذا رغبتم في صنع شيء ما فهذا صديقي السيد "هويتني" اسألوه يجبكم فهو قدير على صنع أي شيء!".

فنظر المزارعون– وكلهم من الجنوب– إلى الشاب هويتني الذي جاء من الشمال، فأقلقه ذلك وقال معترضا:

– أني لا أعلم شيئا عن زراعة القطن وتنميته، أنني لم أر في حياتي قطنا في حقله.. فنحن لا نزرع قطنا في مقاطعة "نيو انجلند" كما تعلمون.

ولكن السيدة جرمين عارضته قائلة:

– ولكن يا مستر "هويتني".. أنت بارع في صنع الأشياء.. ألا تذكر إطار التطريز الذي صنعته لي.. واللعب التي صنعتها لأولادي.. وكل الأشياء التي احتجت إليها في المزرعة في الوقت القصير الذي قضيته هنا.. ألم تخبرني أنك كنت تصنع المسامير والآلات ودبابيس القبعات وحتى القيثارات.. قبل مجيئك إلى "جورجيا".

فأومأ السيد هويتني موافقا على ما قالته وقال:

– أي نعم.. سيدتي أني أهوى صنع الأشياء.. أني درست القانون لأكون محاميا.. ولكني أظن أني مخترع خيرا مني لو كنت محاميا.. ولكن على أي حال لا أخالني قادرا على صنع ماكينة القطن التي يتكلم عنها هؤلاء السادة قبل أن أعرف شيئا عن القطن.

وفي المساء، لم يتناول الحديث موضوع هذه الماكينة التي ستفصل ألياف القطن عن بذرته.. ولكن "هويتني" لم ينسها، والواقع أن الفكرة لم تغادر مخيلته.

وفي اليوم التالي ذهب إلى "سافاناه" وزار حقول القطن ورآه منزرعا، وأخذ عينة من القطن ببذرته، وتحقق من صعوبة نزع البذرة العنيدة عن ألياف القطن اللينة.

وعند رجوعه وجد السيدة جرمين تحادث مدير مزرعتها المستر تيللر، فاتجه نحوهما، ولاحظت السيدة جرمين أن في يده قطعة من القطن فضحكت وقالت:

– أراك مهتما بالقطن.. الآن.. ولعلك بعد ذلك تصنع ماكينة نزع بذرة القطن التي كنا نتكلم عنها البارحة.

فأومأ هويتني بجد وقال ناظرا إلى القطن الذي بيده:

– أي نعم، سأحاول ذلك.. أني أرى صعوبة نزع البذرة من ألياف القطن.. هذا عمل تؤديه أصابع من الصلب وليس بعمل تقوم به الأصابع البشرية.. أني سأحاول صنع ماكينة لنزع هذه البذور من القطن ولكن يلزمني أولا مكان "ورشة" أعمل فيها..

فقال مستر ميللر بسرعة:

– يمكني إعداد "ورشة" لك، عندي حجرة صالحة يمكنك العمل فيها دون أن يقاطعك أحد تعمل فيها ما تريد.

فوافقت على ذلك السيدة جرمين، وبعد قليل كانت "الورشة" معدة للعمل.

وكان هويتني قد اختط نوع الماكينة التي قرر أن يحاول صنعها، وهي أسطوانة دوارة، بأسنان مصنوعة من الصلب تصل إلى داخل خزان يملأ بفصوص القطن فتأخذ الأسنان القطن وتنزع أليافه وتسقطها في صندوق خاص.

وكانت يداه شبه مغلولتين لتحقيق فكرته هذه. لعجزه عن الحصول على المواد والآلات والأدوات اللازمة لصنع الماكينة.. وكان عليه أن يصنع أغلب الأشياء التي يحتاج إليها، حتى السلك الذي كان يستعمله لصنع الأسنان التي على الأسطوانة، كان عليه أيضا أن يمطه ليستدق ويصغر قطره.. وكان تقدمه في طريق إنهاء صنع هذه الماكينة بطيئا مثبطا للعزيمة.

وأخيرا، وذات يوم دعا السيدة "جرمين" والسيد "ميللر" وقال لهما:

"أظن أنني صنعت ماكينة تؤدي الغرض، فتنظف القطن. أرجو منكما أن تتفضلا بمشاهدتها".

فدخلت السيدة "جرمين" والسيد "ميللر" الورشة مسرعين وأخذا يفحصان باهتمام زائد الماكينة البدائية التي عرضها هويتني عليهما. فشاهدا صندوقا من الخشب بأصابع حديدية، وتحت هذه الأصابع، أسطوانة من الخشب مسلحة بأسنان مصفوفة مصنوعة من السلك. وهذه الأسنان معقوفة تبرز بين مثقبيات الأصابع في أعلى الصندوق.

وأسقط "هويتني" كمية من القطن الخام في أعلى الصندوق وقال: "انظرا..".

ثم أخذ يدير المرفق الملحق بالأسطوانة الخشبية فأخذت الأسنان السلكية تتشابك في فصوص القطن كلما لامستها وكلما دارت الأسطوانة، وانتزعت الألياف إلى أسفل خلال الأصابع وقفت البذور ولم تنفذ خلالها لكبر حجمها. وأمسكتها الأصابع أو الأعمدة الحديدية في حين انتزعت الأسنان القوية الألياف عنها. وسقطت بعد ذلك البذور في الصندوق، ومر القطن المحلوج الذي نفذ خلال الأصابع ليتجمع في صندوق آخر..

فصاحت السيدة "جرمين" قائلة.. "هذا في منتهى الروعة، الماكينة حسب الطلب، لابد أنك يا مستر هويتني فخور جدا بعملك هذا"..

ولكن المخترع لم يكن راضيا تمام الرضا عن عمله.. بل كان عابسا في حين كان يدير مرفق الماكينة بيده. فانحنت السيدة "جرين" فوق الماكينة لتشاهد عملها عن قرب.. وسرعان ما رأت سبب عبوسه.. إذ أن معظم ألياف القطن بعد انتزاعها من البذور، سقطت في الصندوق المجهز لذلك، ولكنها لم تسقط

كلها، وبقى بعضها عالقا بأسنان الأسطوانة. وفي كل دورة تدورها الأسطوانة.. تتزايد الألياف العالقة بالأسلاك، وبعد قليل، تدثرت الأسنان تماما بألياف القطن، وعجزت هذه الأسنان عن التقاط فصوص قطن أخرى.

وعندئذ ترك هويتني يد (الماكينة).. إذ لابد من تنظيف الأسلاك ورفع ألياف القطن عنها، قبل أن يستأنف العمل. لابد من إيجاد حل لهذا المشكل،.. إذ كان من الضروري التوقف كل بضع دقائق لتنظيف الأسلاك.. لا فائدة كبيرة إذن ترجى من ماكينة كهذه..

ورأت السيدة "جرين" القلق، وخيبة الأمل باديين على وجه صديقها، فضحكت وقالت:

"الأمر بسيط جدا".. ثم التقطت فرشاة المدفأة وأخذت تمر بها على أسنان الأسطوانة قائلة:.. "نظف الأسلاك من الألياف بالفرشاة هكذا.."

فصاح هويتني قائلا:

"فرشاة.. أي نعم لا شيء غيرها.. لأضيفن إلى الماكينة فرشاة دوارة.. أني أتخيل الآن ما يجب عمله.. سوف أركب فرشا عديدة صغيرة في أسطوانة خشبية أخرى أضعها خلف الأسطوانة المسننة. فإذا دارت الأسطوانتان في اتجاهين متضادين، رفعت الفرش الألياف العالقة في الأسلاك.. ومنعتها من التجمع عليها".

وسرعان ما أصلح المخترع الأمر في ماكينته، وأخذ يصنع ماكينات الحلج معتمدا على أموال المستر "ميللر".

ومع أن "هويني" و"ميللر" لم يستفيدا ماليا من ماكينات حلج القطن هذه، إلا أنها لم تلبث أن انتشرت في الجنوب.

ولهذا الانتشار سبب، فهذه الماكينة الصغيرة التي كانت تدار باليد بالسهولة التي تدار بها حجر المسن جعلت في استطاعة رجل واحد أن (يحلج) أي ينزع بذور كمية من القطن تعادل ما كان يحلجه خمسون رجلا باليد. ولم يمض وقت طويل حتى كان كل مزارع في الجنوب يزرع من القطن بقدر ما يستطيع.. لأن ماكينة "آل هويتني" لحلج القطن جعلت زراعة القطن عملية مربحة جدا وصنعت بعد ذلك الأقمشة القطنية بكميات كبيرة، ورخصت أثمانها، كما نشاهد في أيامنا هذه.

٤- قرد يقلد

لعلك رأيت لعبة من اللعب الخشبية الصغيرة، الرخيصة، وشاهدت المئات منها على صورة واحدة وحجم واحد.. نحتت من الخشب بمهارة فائقة.. ولا يتجاوز ثمن الواحدة منها مليمات.

هل تساءلت مرة.. كيف ينحت الإنسان مثل هذه اللعب بهذا الثمن الزهيد؟

والجواب عن ذلك.. أن مثل هذه اللعب لا تصنع باليد بل تنحتها الماكينات.. ماكينات فذة، لو ضبطت وركب فيها نموذج للعبة ما، طلب صنعها، فإنها تدور فتنتج المئات في الوقت، الذي يمكن لرجل واحد أن ينحت واحدة منها بيده.. وهذه الماكينات، تسمى المخارط النساخة ويمكن استخدمها لصنع مختلف الأشياء، وهكذا قلبت طرق صناعة الأثاث واللعب وغيرها رأسا على عقب.

* * *

وقف رجلان في مصنع، ذات يوم من أيام عام ١٨١٨ يراقبان ماكينة من ماكينات المصنع. وكان أحدهما صاحب المصنع والآخر المخترع (توماس بلانشارد). وكانت الماكينة تخرط، ماسورة بندقية، وكان "بلانشارد" قد قام بعمل تحسين فيها، بحيث يمكن، الانتهاء بواسطتها من صنع ماسورة البندقية بحيث تكون معدة تماما لتركيبها على يدها الخشبية. وقبل ذلك، كان عمل هذه المخرطة مقصورا على إنهاء جزء من الماسورة. ويكمل باقيها باليد.

وقف "بلانشارد" يراقب نتيجة عمله بسرور.. لأن المخرطة تؤدي عملها بالضبط.. وكان راضيا تمام الرضاء، كما كان صاحب المصنع راضيا أيضا. فإن

الماكينة المحسنة، ستخفض تكاليف إنتاج البنادق.. فلن يحتاج لعدد كبير من الرجال لتشغيل مواسير البنادق.

وفجأة رفع "توماس بلانشارد" رأسه محولا نظره عن الماكينة إلى بعض الرجال، الذين سمعهم يتحدثون حديثا أثار اهتمامه.. إذ قال واحد منهم:

- أظن أنني سأكون بلا عمل بعد الآن.. فقد كانت صناعي عمل وإنهاء مواسير البنادق باليد.. ولكن المخرطة التي قام بلانشارد بتحسينها ستقوم بالعمل الآن..

فأجابه رجل آخر كان يقوم بخرط يد البندقية:

- لن يستطيع "بلانشارد".. حرماني من عملي.. فلن يمكن صنع أيدي البنادق وقطعها بالماكينات.. ولن يستطيع صنع مخرطة تقطع هذه الأيدي وتشكلها.

فابتسم "بلانشارد" وهو ينصت لهذا الحديث.. وقال في نفسه: "ألا استطيع صنع ماكينة لتشغيل أيدي البنادق!.. أنني لا أشك في مقدرتي أبدا.. لنفكر في ذلك وسنرى..؟"

وظلت فكرة المخرطة الذاتية تخامره وهو يغادر المصنع.. ماكينة يمكنها قطع وخراطة الأشياء غير المنتظمة.. دون الاعتماد على الأيدي البشرية.. وكيف يكون ذلك؟

مضت أيام، لم ينقطع فيها عن التفكير في حل هذه المسألة، وأخيرا هدته مخيلته للحل.. وذات يوم يقود عربته، متجها نحو منزله، يصفر نغما على وتيرة واحدة.. كعادته عندما يكون غارقا في التفكير وكان يحاول اختطاط مخرطة ذاتية.. ولكنه لم يكن أقرب إلى الحل منه عندما بدأ التفكير في هذه الماكينة.

وفجأة.. ومضت صورة في مخيلته.. صورة مخرطة مثبت عليها نموذج صحيح ليد بندقية.. وبجواره كتلة من الخشب. وكان بالمخرطة عجلتان متماثلتان على عمود، عجلة منهما على النموذج، والأخرى على كتلة الخشب.. ودارت العجلة الأولى على النموذج لتستدل على صورته، وفي الوقت نفسه دارت العجلة الثانية على كتلة الخشب، وكان على هذه العجلة الأخيرة مقاطيع وسكاكين، أخذت تقطع الكتلة لتشكيلها في صورة النموذج..

ورأى "بلانشارد" هذه الماكينة بكل وضوح في مخيلته.. فصاح بأعلى صوته:

"لقد وجدتها.." ثم ألهب ظهور جياد عربته بسوطه فانطلقت العربة بسرعة جنونية في الطريق.. فالتفت وراءه الناس منزعجين، وقال واحد منهم لآخر:

– ما هذا المجنون؟.. لا يصح أن يصرح لمثله بقيادة العربات.. ولكن "توماس بلانشارد" كان يقصد منزله مسرعا، ليبدأ في صنع مخرطته.. لأنه، عرف أخيرا الوسيلة التي ستعمل بها. يجب أن تكون هذه الماكينة مخرطة نساخة.. كما رأى بعين مخيلته موضع النموذج الذي يراد النسخ منه، وموضع قطعة كبيرة من الخشب على محور بطيء الدوران، وبجوارها خارج المحور عجلتان بالقطر نفسه واحدة للاستدلال والثانية للقطع والتشكيل، حافتها مجهزة بقواطع حادة.

تضغط العجلة الأولى على النموذج الدوار بوساطة ثقل وهكذا نستدل على منحنيات وأبعاد السطح الذي يراد النسخ عنه، والثانية التي تتحرك الحركة نفسها، على الكتلة الخشبية فتقطع الخشب وتزيل منه الزائد بحيث تترك في الكتلة ما يطابق النموذج بالضبط في الصورة والحجم.

فإذا وضعت الكتلة الخشبية والنموذج في موضعهما على المخرطة وضبطت المخرطة بعد ذلك.. فلن تحتاج لأيد ولا لأعين لإنتاج نسخة طبق الأصل للنموذج الموضوع.

ولا يقتصر عمل هذه المخرطة على نسخ أيدي البنادق.. بل إن في استطاعتها نسخ قطع الأثاث واللعب.. أنها في الواقع تستطيع نسخ أي شيء.. فهذه المخرطة.. "قرد يقلد"..

٥- ابن عن أب

يحصد القمح هذه الأيام، من الحقول الواسعة بالماكينات. ففي يوم واحد، تحصد حصادة واحدة وتحزم محصول ثلاثين فدانا. ولكن منذ سنوات كان الحصاد، عمل يقصم الظهور، عندما كان القمح يحش باليد، ويقطع بالمحشات أو المناجل، وكان هذا العمل من أشق أعمال المزارع. فكان أقوى الرجال لا يقوى على حصد أكثر من فدانين ونصف من حقول القمح في اليوم الواحد. بينما يتبعه رجل آخر يحزم ويربط سيقان القمح المقطوعة حزما.. فانظر إلى أي حد يدين المزارعون بالفضل لمخترع الحصادة.

* * *

ذات يوم من أيام ١٨٣١، وقف "سيراس ماكورمك" في حانوت حداد مزرعة في ولاية "فيرجينيا" يراقب أباه الذي كان كلما وجد متسعا من الوقت بعد انتهائه من أعمال المزرعة– خلال خمس عشرة عاما– يحاول صنع حصادة تخفف من عبء أشق أعمال المزرعة.

وكان يجرب الماكينة الحصادة، مرة بعد الأخرى، ولكن لم يكن أداؤها للعمل مرضيا.. مع أنه أعاد تخطيطها عدة مرات، وقرر في نفسه أن يقوم بمحاولة أخيرة، ويجربها في اليوم التالي.. فإن لم تؤد عملها هذه المرة فسوف ينقطع عن هذا المشروع ويبطله.

وقف "سيراس" يراقب أباه. يعد الماكينة الحصادة للاختبار.. وكان يود من صميم فؤاده أن تنجح المحاولة، فلقد كان أبوه يعلق أهمية كبرى على نجاحها.. وقد مرت سنوات يراقب فيها "سيرس" أباه وهو يعمل بجد ليصنع هذه الحصادة. وكان يعلم تمام العلم أهميتها للمزارعين جميعا في طول البلاد وعرضها، لتساعدهم على مشقة حصد القمح.

وفي الصباح التالي، خرجت العائلة كلها مبكرة وبين أفرادها ثمانية أطفال، إلى حقل القمح المنزرع، ليشاهدوا حصادة أبيهم. وكانت هذه الماكينة قبيحة المنظر، تدفع من الخلف بزوج من الخيل.. يقودهما مستر "ماك كورمك" إلى حافة الحقل حيث أعواد القمح، وبدأت الماكينة عملها بقطع أعواد القمح على حين وقف "سيراس" ينتظر بفارغ الصبر نتيجة عملها..

تضغط بكرة على أعواد القمح وتدفعها فتقطع بمناشير مستديرة تدور مقابل حدود سكاكين مثبتة. ثم يدفع المحصول المقطوع على نضد.. فإذا تجمع منه ما يكفي لعمل حزمة، جرفه المستر "ماك كورمك" وحزمه وهو يسير بجوار الحصادة.

أدت الحصادة عملها، جيدا، كلما كانت سيقان القمح منتظمة وقائمة مستقيمة، ولكنها حين وصلت إلى قمح أعواده متشابكة غير منتظمة توقفت.. إذ تداخلت الحبوب في القطاعات فتعذر تحركها.. وتوقفت ماكينة الحصد عن العمل.. لقد أخفق مستر "ماك كورمك" ثانية.

صاح مستر "ماك كورمك".. لن أضيع وقتا بعد الآن في محاولات بهذه الحصادة.. خذوها إلى الجرن يا أولادي لقد انتهيت منها.. ويبدو أنه من المستحيل صنع حصادة عملية تؤدي عملها. كما يجب.

ولكن سيراس تقدم إلى أبيه.. وقال:

"لا.. يا أبي! ليس ذلك مستحيلا. هذه الحصادة جيدة ويمكن الاستفادة منها وتحسينها.. أني على يقين من ذلك وسأقوم به.. هل لي يا والدي أن آخذ هذه الماكينة وأحاول أن أجرب عليها بعض أفكاري؟"

فأجابه أبوه: خذها فهي لك، تصنع بها ما تشاء، ولعلك تكون أحسن حظا مني، فتنجح فيما لم أنجح فيه.

وبدأ "سيرس" من حيث انتهى أبوه، وسرعان ما اكتشف نقاط الضعف في اختراع والده.. وبدأ يعالجها فأدخل على ماكينة أبيه التحسينات الهامة الآتية:

(أ) جعل موضع الخيل أمام الماكينة على جانب واحد منها لا خلفها، وبذلك تشدها الخيل ولا تدفعها، وفضلا عن ذلك تسير الخيل على الجانب بعيدا عن أعواد القمح القائمة التي ستتناولها الماكينة بالقطع فلا تتشابك الأعواد.

(ب) وضع على عجلات الماكينة أسنانا لمنع الماكينة من الانزلاق.

(ج) استبدل المناشير الدوارة، بسكين متحركة لها أسنان كأسنان المنشار، وتتحرك هذه السكين، جيئة وذهابا فتقطع بحركة قص، يدفعها مرفق وذراع متصلان بعجلات السير.

(د) أضاف أصابع أخرى مصنوعة من السلك لتمسك بأعواد القمح عند قطعها، حتى لا تنزلق جانبا عن طريق السكين.

(هـ) ثم ثبت بقسم في نهاية سلاح الحصاد.. ذراعا تنحني فتفصل القمح المقطوع عن القمح الذي لم يقطع ويترك قائما.

(و) وأخيرا بكرة دوارة تلتقط القمح الذي يكون قد تساقط أثناء عملية الحصاد.

(ز) خوان يسند عليه القمح في أثناء القطع..

(ح) عجلة كبيرة تحمل ثقل الماكينة، كما تزودها بالقدرة اللازمة لإدارة المحشات والبكر، عند تحرك الماكينة.

ولم يمض عام حتى أثبت الابن أن في المستطاع صنع ماكينة حصاد تؤدي عملها كالمطلوب.. ولم تكن هذه هي النهاية، بل كانت بداية طيبة.. إذ مضت سبع سنوات قبل أن يتمكن من صنع ماكينة حصاده الأولى.. ولكن إيمان "سيرس" بماكينته لم يتغير.. فأخذ يعلن عن ماكينته محاولا إقناع المزارعين بأنه من الأسرع والأرخص لهم أن يحصدوا قمحهم بها في حين استمر يعمل جاهدا عل تحسينها وتطويرها.

ومع أن عدة رجال غيره اخترعوا ماكينات للحصاد، إلا أن ماكينة "ماك كوميك"، كانت الأولى في كفاية الأداء وضمان العمل، فأصبحت أكثرها انتشارا.

ولم يلبث "سيرس ماك كورمك" أن أسس منشأة مربحة عن طريق حصادته هذه، كما أثبت للمزارعين في طول البلاد وعرضها أن الماكينات تستطيع القيام بأشق أعمال الزراعة، كما تعملها الأيدي، ولكنها أسرع بكثير جدا منها.

٦- الخياطة الميكانيكية

لعلك راقبت سيدة تخيط ثوبا بماكينة الخياطة، ولعلك لاحظت بساطة هذه العملية، فقماش الثوب يجري ببساطة وسهولة تحت الإبرة التي تتحرك بسرعة عظيمة، فإذا وقفت السيدة الماكينة، وقطعت الخيط.. ترى اللحمة قد خيطت بغرز متينة، منتظمة، ثابتة في بضع دقائق.

ولكن منذ سنوات مضت، كان هذا العمل السهل اليسير من الصعوبة بمكان إذ كانت الأثواب تخاط باليد، بالإبرة والخيط غرزة غرزة، وكان خياطة لحمة ثوب تستغرق وقتا طويلا.. والواقع، أن خياطة الأثواب كانت عملا شاقا يستنفد الكثير من وقت السيدات والأمهات.. وهذا ما دعا والدا شابا إلى التفكير في طريقة سهلة سريعة لخياطة الأقمشة.

* * *

عاد "الياس هاو" إلى منزله من عمله ذات مساء من أيام عام ١٨٤٣ متعبا كعادته، وكان برغم ضعف بنيته يشتغل في ورشة إصلاح يملكها مستر "دايفز" نظير أجر صغير جدا، وكان "الياس" يعود إلى منزله كل مساء تعبا خائر القوى.. فقالت له زوجته:

– تعالى يا عزيزي.. نتناول طعام العشاء.. فالطعام معد ولدي خياطات كثيرة أود أن انتهي منها بعد أن ينام الأولاد..

فقال لها "الياس":

– إني متعب غاية التعب، حتى أنني لا أستطيع الأكل.

فقال زوجته:

- بالله تعال.. فستشعر براحة بعد تناول طعامك ولو أن الطعام نذر يسير.. فلقد نفدت نقودنا.. تسعة دولارات في الأسبوع لا تكاد تكفي.

فقال الياس:

- لو كان لدينا منها الكثير.. ما اضطررنا لأن نقوم بهذه الأعمال المضنية.. ولأطعمنا الأولاد ما فيه الكفاية. ولكسوناهم بما يرضيهم.. آه لو أمكنني كسب بعض المال..

وعندما انتهوا من تناول طعامهم القليل، ورفعا المائدة، وأدخلا الأولاد فراشهم.. جلست السيدة "هاو" تخيط الأثواب على ضوء مصباح ومع أنه كان عليها أن تخيط أثوابها وأثواب أولادها.. فقد كان تخيط الملابس لبعض الجيران لتزيد من دخل العائلة المحدود.

وجلس "الياس"، على كرسيه، يراقب أصابع زوجته الخفيفة السريع بين غفوة وأخرى.. وهي تدخل الإبرة ثم تخرجها.. في غرز نظيمة رتيبة فتجر وراءها الخيط فيترك لحمة مستقيمة.. ولم تتوقف الأصابع الشغالة.. بل داومت الحركة.. الغرزة تلو الغرزة.

وتنهد "هاو".. فلقد كان يكره أن يرى زوجته تعمل هذا العمل الشاق.. ولكنهما كانا في حاجة شديدة لكل مليم يمكنهما اكتسابه.. آه لو كانت هناك وسيلة تكتسب من ورائها بعض النقود! أنه إذا ظل في ورشة الإصلاح هذه فلن يزيد دخله.. ولابد له من أن يجد عملا آخر.

ورجعت به أفكاره إلى حادث وقع في ورشة المستر "دابفز" من شهور مضت، إذ حضر إلى الورشة مخترع ومعه ماكينة نسيج شبكي كان يشتغل عليها. ولم تنجح الماكينة في الأداء خلافا لما اختطه هذا المخترع، وكان في حاجة إلى

مساعدة.. ولكن بدلا من أن يقوم مستر "ديفز" بمساعدته قال له:

- لماذا تشغل نفسك بماكينة نسيج شبكي.. اخترع بدلا منها ماكينة خياطة.. فتكسب مالا وفيرا.

فأجابه المخترع:

- لا يمكن صنع ماكينة خياطة أبدا.. إذ لا يمكن أن تقوم الماكينات مقام الأصابع في تناول الإبرة واستعمالها.. فالخياطة الميكانيكية أمر مستحيل.

ولكن "هاو" أخذ يفكر في قوله هذا.. وتعجب.. لم لا؟ وود من كل قلبه، طوال الأشهر التي تلت ذلك أن يتمكن من اختراع ماكينة للخياطة، لتخفيف العبء عن زوجته ويكسب منها بعض المال. وفي هذا المساء، بينما كان جالسا يراقب أصابع زوجته تتحرك في خياطة القماش.. أخذ يقدر ويفكر كيف يمكن للماكينة أن تدفع الإبرة داخلة خارجة خلال القماش.. لو كانت الإبرة حادة في كلتا نهايتيها ولها عين في وسطها لأمكن رفعها وإنزالها في القماش بينما يجذب القماش تحتها.

وما زال يفكر في هذا حتى آوى إلى فراشه.. وفي صباح اليوم التالي أخذ يعمل محاولا تجربة هذه الفكرة. وأخذ يشتغل أشهرا في صنع ماكينة خياطة.. حاول فيها أن يقلد حركة أصابع الخياطات، ولكن الغرز التي كانت تعملها الماكينة كانت غير متساوية وغير منتظمة.. ولم يربط طرفي اللحمة الواحد بالآخر تماما.. وأخفقت الماكينة.

وذات مساء، جلس "الياس هاو" مرة أخرى، تعبا مثبط الهمة، يراقب أصابع زوجته وهي تخيط الملابس.. فعرف أن لا فائدة ترجى من اختراعه.. فلقد تحقق الآن أن الماكينة لن تتمكن أبدا من خياطة الملابس.

لقد كان الرجل الذي كان يعمل في صنع ماكينة النسيج الشبكي على حق.. حين قال: "لن تتمكن أية ماكينة من الخياطة كأصابع السيدات".. ولعل الأوفق له أن ينقطع عن هذا العمل.. ولكن زوجته تطلعت إليه محولة نظرها عن خياطتها وقالت:

- ربما يتعذر على ماكينة ما أن تخيط كما تخيط أصابع النساء، ولكن هل هذا ضروري؟.. لماذا لا تصنع ماكينة تخيط بغرز مخالفة للغرز التي تخيط بها النساء..

فاستوى "الياس" جالسا.. هذه الفكرة جديدة، وجيدة.. نعم فربما أمكنه أن يكتشف غرزة جديدة من نوع آخر.. مخالفة تمام المخالفة للغرزة اليدوية المستمرة التي تخيط بها إبر الخياطات، فمثل هذه الغرزة يصح للماكينات القيام بها. وحول "هاو" نظره عن خياطة زوجته.. لا ضرورة الآن لمراقبة هذه الخياطة.. فلقد كان مخطئا عندما أراد محاكاة عملها في ماكينته. وعليه الآن أن يبدأ من جديد.. ولابد له من النجاح هذه المرة.

ونسى تعبه، وأخذ يفكر من جديد في أنواع أخرى من الغرز والإبر وقال وهو يفكر:

- النسيج العادي- النسيج الشبكي- صنع المخملات (الدنتله)

ثم صاح بزوجته: ما شكل إبرة صنع المخملات؟..

فأجابته زوجته:

- يستعمل صناع المخملات إبرا عيونها في أطرافها المدببة.. وتدخل الإبر القماش من ناحية هذا الطرف، ربما تصلح مثل هذه الإبر لماكينتك.. إذ يمكن تثبيت مثل هذه الإبرة في الماكينات، ويمكن ضبطها بسهولة أكثر من

ضبط الإبرة ذات الطرفين التي كانت تترك حرة.

فقال "الياس":

– لكن بإبرة مدببة العين، تدخل القماش من ناحية عينها.. لابد من خيط آخر لربط اللحمة.. ولكن ما عساه يؤدي هذا.. لربما يصلح لذلك "مكوك" قارب متردد كالذي يستعمله النساجون.

ثم انحنى على المنضدة والتقط إبرة من إبر زوجته، وفي لحظة كان قد كسر سنها، وشحذ الطرف الذي عنده العين، وبذلك أصبحت إبرة سنها عند عينها.

ثم اختطف قطعتين من فضلات القماش وإبرة عادية بها خيط.

فتركت السيدة "هاو" خياطتها في حجرها وأخذت تراقب زوجها باهتمام.. هل ستؤدي هذه الإبرة المسننة العين الغرض المطلوب؟

ووضع "هاو" قطعتي القماش معا، ثم دفع بسن إبرته التي أتم صنعها بخيطها فيها، خلال القماش ثم جذبها بلطف خارج القماش. فتركت ورائها تحت القماش أنشوطة، ثم أدخل الإبرة الأخرى بيده الثانية في الحية الصغيرة، ثم جذب الخيطين معا.. ثم أعاد الكرة وأدخل الإبرة ذات العين المدببة خلال القماش وأخرجها ثم أدخل الإبرة الثانية في الأنشوطة.. وهكذا أعاد هذه العملية مراراً، بالإبرة ذات العين المدببة جيئة وذهابا وبالإبرة الأخرى دخولا في الأنشوطات ثم جذب الخيطين معا فتماسكا..

وأخيرا، وضع الياس إبرتيه جانبا.. وبدأ يختبر متانة هذه الغرز الغريبة.

وأخذت السيدة "هاو" تراقب وجهه باهتمام، عندما أمسك بقطعتي القماش المخيطتين.. واستعد لشدهما لاختبار متانة لحمتهما.. ولاحظت ما كان

عليه من علامات القلق والانفعال.. وفي لحظة، أنارت وجهه السعادة وأخذ يضحك ويصيح:

- لقد نجحت.. لقد نجحت.. انظري.. أن الغرز متماسكة. أني لا أستطيع فصل قطعتي القماش.. نعم.. أني في الطريق الصحيح.. خيطان.. وإبرة "ومكوك".. والآن أستطيع صنع ماكينة للخياطة.. أني أرى بوضوح ما ستكون عليه.

وجلس "الياس هاو" أمام المنضدة وأخذ يصف لزوجته الماكينة التي يزمع صنعها.. وكانت صورتها واضحة تمام الوضوح في مخيلته.. ثم اشتغل جاهدا عدة أشهر في صنع الماكينة الأولى.. حتى تمت حسب ما اختطه لها وبالصورة التي كانت في مخيلته تماما. ذاك المساء..

ستكون بالماكينة إبرة ذات عين عند طرفها المدبب.. مثل هذه تماما.. وستمد بالخيط باستمرار من بكرة خيط كبيرة.. وسيعلق القماش على دبابيس، تحمله في مسيره.. وستدخل الإبرة وتخرج خلال القماش من الجانب.. ومن ناحية القماش الأخرى.. وسيوضع "مكوك" ملآن بخيط ملفوف فيه.. وعلى جانب الماكينة عجلة كبيرة تدار باليد، لتدفع الإبرة خلال القماش، وتجتاز "المكوك" بحيث تدور حوله الأنشوطة، التي تتركها الإبرة عند صعودها.. هذا ما سيكون في ماكينة الخياطة التي سأصنعها.. وستؤدي العمل.. أني على يقين من ذلك.. وهذه الغرزة المقفلة ستجعل اللحمة المخيطة بها أقوى وأمتن من أي طريقة خياطة سبق أن استعملت قبل الآن. آه يا عزيزتي.. سنكتسب مالا وفيرا ونصبح من الأغنياء.

وكان "الياس هاو" مصيبا في كلامه.. إذ نجحت الماكينة وخاطت القماش.. وكانت لحمتها متينة لا عيب فيها.

ولكن مضت سنوات عديدة قبل أن يغتني.. سنوات من الفقر والحرمان والعمل الشاق وغير ذلك مما يثبط الهمم.. سنوات طويلة قضاها محاولا إقناع الناس بقيمة اختراعه حتى يجد من يشتريه منه.. سنوات من جهاد عنيف ليثبت حقه في اختراعه بعدما قبلها الناس وانتشر استعمالها بينهم.

وأخيرا.. كسب "الياس هاو" مالا وفيرا عن طريق ماكينة الخياطة.. وحقق حلمه الجميل.. وخير من هذا، عاش حتى رأى خياطته الميكانيكية وقد خففت العبء عن الأمهات في أنحاء العالم أجمع.

خامسا: الكهرباء

١- محرك كهربي عجيب

الطاقة الكهربية– هي المرتكز الذي يعتمد عليه الإنتاج الكبير الحديث: إنتاج الجملة، كما ترتكز عليه الصناعة بشتى ألوانها وأنواعها.. فحيثما يستطاع الحصول على التيار الكهربي.. يدير المحرك.. معدات المصانع والورش وكذلك المزارع ومسهلات الحياة في المنازل.. فالمحرك الكهربي قرين المدنية الحديثة، حيثما تكن يكن.

لم ينتشر استعمال المحرك الكهربي كثيرا.. وقتما اخترع، ولا حتى بعد سنوات من وجوده، فالمحرك الأول لم يكن قديرا من ناحية ولا مرنا من ناحية أخرى.. فكان استعماله مقصورا على نواح ضيقة..كما كانت صيانته صعبة، لضعف موحدات التيار وفرشاتها فيه وانقطاعها السريع.. ولم يكن من المستطاع صنع المحركات بغيرها. ولكن طالبا من طلاب الجامعة.. لم يقبل هذا الحال.. ولم يلبث أن أثبت أن هذا الأمر يمكن تيسيره ومعالجته.

* * *

حوالي عام ١٨٧٥، بمعهد الهندسة في مدينة (جراتز) بالنمسا والمجر، وقف أستاذ يعرض على طلبته، عمل مولد "جرام".. وكان عضو إنتاجه محاطا بسلك ملفوف وعضو التوحيد ملحقا بآخره. وكان حول عضو التوليد مغناطيس بهيئة حدوة الفرس..

وشاهد الطلبة التجربة مدهوشين، فلقد كانت هذه التجربة هي الأولى من نوعها، وكان الطالب الصغير "نقولا تسلا" يجلس بين زملائه منهمكا في مشاهدة هذه التجربة انهماكا عميقا. وكان الشرر الكهربي يتطاير بكثرة بين عضو توحيد التيار والفرشاة النحاسية التي يصل عن طريقها التيار للملف. وعندما توقفت الماكينة عن الحركة.. قال الشاب في نفسه: لا يصح أن يتطاير الشرر من موزع التيار هكذا.

ولما أعاد الأستاذ الكرة، وأدار الماكينة عاد الشرر يتطاير مرة أخرى، وهنا، خطرت "لنقولا تسلا" فكرة، وفجأة دون أن يفكر صاح منفعلا بصوت أعلى من صوت الماكينة:

- لا يلزم للماكينات الكهربية موزعات ولا موحدات للتيار.. فمن الممكن أن تدار دونهما..

وهنا أوقف الأستاذ الماكينة.. ونظر إلى هذا الشاب الجريء نظرات التعنيف وقال:

- محرك كهربي دون موزع!.. هراء.. أنه مستحيل استحالة الحركة المستديمة.

وهمز الطلبة ولمزوا، فاحمر وجه "تسلا" خجلا في حين قال مساعد الأستاذ هازلا:

- لعلك أمهر من الخبراء الكهربيين الذين خططوا الماكينة ولربما تمكنت يوما ما من صنع ما لم يصنعوه.. فتصنع محركا بلا موزع وبلا موحد للتيار..!

فضحك الطلبة، وخجل تسلا من ذلك كثيرا حتى أنه لم يحاول الرد على واحد منهم..

ولكنه لم ينس ذلك قط.. وأخذ يقضي وقت فراغه خلال السنوات التي تلت ذلك وهو ينقب بعين بصيرته في المحركات الكهربية وما يعرف عنها، عله يتخيل محركا منها وقد خلا من الموزع والموحد المتعبين.. ولكنه حتى في خياله لم يستطع أن يتصور واحدا بهذه الكيفية يمكنه أن يدور.. لعل الأستاذ على حق!!

ولكن "تسلا" لم يقبل تصديق ذلك.. لابد أن لهذا الأمر حلا، ولابد له يوما ما أن يفكر ويعثر على وسيلة لحل هذا المشكل. ومرت على تسلا أربع سنوات، تعلم خلالها كل ما يمكن تعلمه عن الكهربا.. ولكن محركه الكهربي لم يزل بعيدا عن التحقيق عسير المنال.

وذات يوم عام ١٨٨١ عندما كان يدرس في بودابست شبكة تليفونية كانت تقام هناك، كان يسير مع صديق له في بستان المدينة ولم يكن يفكر واعيا في المحركات الكهربية بل كان يتلو الشعر وهو يتمشى الهويني.. وفجأة توقف عن المسير، مبهوتا، لأنه رأى بعين بصيرته بوضوح تام المحرك الذي كثيرا ما كان يطمح في اختطاطه وصنعه.. رأه كأنه حقيقة واقعة أمام عينيه. فصاح:

- محركي الكهربي.. أنني أرى الآن لا موزعات ولا موحدات ولكنه يؤدي العمل.. أني على يقين من ذلك.. انظر!

حدث ذلك كله، بينما كان صديقه يسير مندهشا بجوازه..وأمسك تسلا بعصا صغيرة كانت ملقاة على الأرض وأخذ يرسم بها على الرمل.. رسوما وأشكالا.. وصاح بصديقه قائلا:

- انظر هنا.. هذا هو عضو الإنتاج في الوسط.. أنه مصنوع من عمود من الحديد بدلا من ملف من السلك. وفي نهايتيه لوحات لاختصار الدائرة الكهربية.. لذلك لا يلزم له موزع ولا موحد للتيار.. إذ سيتولد مجال

مغناطيسي دوار.. أشبه ما يكون بزوبعة مغناطيسية، وذلك يولد في عضو الإنتاج تيارا كهربيا، ورد الفعل بين المجال المغناطيسي الدوار والتيار المولد يجعل الجزء القابل للدوران.. يدور.. أواضح هذا.. هل فهمت ما أقصد؟

فأومأ صديقه موافقا: نعم.. لقد فهمت المقصود تماما.. أني أعتقد الآن أن خطتك فكرة عظيمة يا نقولا.. وستحدث انقلابا خطيرا في عالم القدرة الكهربية.

وهذا ما كان! فإن محرك "تسلا التحريضي" الذي صنع طبقا للرسم الذي خطه تسلا على الرمل في البستان، له من البساطة والكفاية ما يؤهله للاستعمال العام في الصناعة وغيرها.

ولا نخطئ إذا قلنا أن ابتداء استعمال القدرة الكهربية وانتشارها في الصناعة وغيرها بدأ مباشرة أثر اختراع هذا المحرك الكهربي العجيب.

٢- محاضرة تعطلت فترة من الزمن

هل قدر لك مرة أن تشاهد باخرة من عابرات المحيطات وهي تغادر مرساها في الميناء لتمخر عباب البحار؟ ثم وهي تخطر مهيمنة على ما يجاورها في علوها الشاهق.. فتتأملها بإعجاب ولا تتمالك نفسك من التفكير في حجمها العظيم، ولربما يعن لك تقدير الحجم الغاطس في المياه.. فيتحقق لك أن جسم باخرة المحيطات ضخم كبير.. ومع هذا، فالغالب أن هذا الجسم كله.. لوح واحد مستمر من الصلب.

منذ سنوات غير بعيدة. كانت هياكل السفن تبنى بتوصيل لحماتها بوساطة المسامير "البرشام" ولكن اكتشاف اللحام بالكهرباء بسط هذه العملية وأصبح في المستطاع التجليد بالألواح بسهولة وفي الوقت نفسه بتكاليف أقل من تكاليف المسامير. بلحمات ناعمة قوية.

وليست أهمية اللحام بالكهرباء مقصورة على الأعمال الضخمة كأجسام السفن وإطارات وهياكل الطائرات وغير ذلك من المنشآت المعدنية.. ولكن اللحام بالكهرباء له أهمية خاصة في الأعمال الدقيقة كما في صناعات الأسلاك. ومن الغريب أن طريقة اللحام بالمقاومة الكهربية– وهي من أهم طرق اللحام– كشف عنها بطريق المصادفة.

* * *

كان الأستاذ الشاب "اليهو تومسون" يختتم الفصل الدراسي بمحاضرته الأخيرة بمعهد "فرانكلن" بفيلادلفيان، وكان في محاضرته هذه يحاول عمليا توضيح أن أنواع الكهربا المبينة في الكتب هي في الواقع والطبيعة نوع واحد لا غير.

وكانت التجربة التي يقوم بها، تسير في طريقها المرسوم، في حين كان المشاهدون ينصتون وينظرون باهتمام زائد، ولكن فجأة حدث حادث.. إذ بعد تفريغ كهربائي عالي الجهد في مجموعة أواني (ليدن) كانت موصلة على التوالي.. تلامس طرفا السلكين اللذين كانا يوصلان التيار.. وعندما حاول الأستاذ تومسون الفصل بينهما وجد أنهما تلاصقا وتلاحما.

واستمر الأستاذ في إلقاء محاضرته التي كانت على وشك الانتهاء ولكنه في الوقت نفسه أخذ يشد السلكين بقوة ليفصل الواحد عن الآخر.. وكان يقول أثناء جذبه:

– وهكذا أثبتنا أن كل أنواع الكهربا..

.. وفجأة نسى "الياهو تومسون" ما كان يقوله.. كما نسى المستمعين إليه.. ونسى أنه كان يقوم بإلقاء محاضرة.. ذلك لأنه لاحظ شيئا غريبا في هذين السلكين العنيدين.. لاحظ أنهما لم يكونا متلاصقين فحسب. بل أنهما كانا متلاحمين كذلك.. بوساطة الكهربا..

وفي لمح البرق.. رأى بعين بصيرته.. كيف يمكنه أن يصنع جهازا للحام المعادن بوساطة الكهربا.. باستعمال تيار كهربي بجهد منخفض (فولت قليل) وتيار عال (أمبير كبير).. وبذلك يمكن توصيل المعادن بعضها ببعض، فإذا أوصل الجزء المراد لحمه بطرف مولد كهربي.. ثم أوصل قضيبا من المعدن بالطرف الثاني ثم قارب بينهما حتى تلامسا، تولد قوس كهربي بين القضيب والجزء. فينصهر جزء من كل منهما وينساب المعدن المنصهر ويختلط بعضه ببعض ويتلاحم المعدن، وبضغط قليل تصبح اللحمة بينهما تامة متينة.

وحملق الأستاذ في السلكين اللذين كانا بيده.. ثم جذبهما بقوة، ففصل بينهما.

وعندما رفع نظره عنهما، تذكر أنه لا يزال واقفا على منصة المحاضرة.. وكان المستمعون يتململون من سكوته الطويل.. ولكن الأستاذ ابتسم واستأنف محاضرته غير أنه كان على يقين من أنه تعلم من محاضرته أكثر بكثير مما تعلمه أي من مستمعيه.

ولقد كانت اكتشاف "اليهو تومسون" الذي عثر عليه أثناء محاضرته من أهم الأمور التي طورت كثيرا من فروع الصناعة.

٣- عين لا تنام

.. أرأيت بابا من هذه الأبواب السحرية التي تنفتح لك.. إذا اقتربت منها دون أن تلمسها؟.. أو شاهدت صنبور الشرب الذي ينبثق منه الماء بمجرد أن تنحني عليه لتشرب؟.. الواقع طبعا أن كلا من الباب والصنبور لا يعملان بالسحر، بل يعملان عن طريق عين كهربية.– خلية كهروضوئية (فوتو الكترك)– فإذا اقتربت من الباب أو انحنيت فوق الصنبور، وقع ظلك على عين صغيرة دقيقة فتقوم في التو واللحظة بتشغيل محرك كهربي (موتور) وهذا يقوم بدوره بفتح الباب أو تحريك الصمام فينبثق الماء.

هذا الابتكار الصغير.. يؤدي آلافا من الأعمال المتباينة المختلفة بعضها صعب جدا له تخصص دقيق.– فهو مثلا الأساس الذي بنيت عليه (التلفزة) الرؤيا المذاعة. ونقل الصور، وكذلك تسجيل الصوت المضبوط المتزامن على شريط السينما المتكلمة.. كما أنها تفتح أنوار الشوارع عندما تغيب الشمس وتساعد على منع الحوادث في المصانع بإيقاف الماكينات إذا اعترض سبيل حركتها يد أو ذراع.. كذلك تفرز الأشياء حسب أحجامها، وصورها وألوانها. أو حسبما نشاء. وأيضا تطلق أجهزة الإنذار التي تحذر عند سطو اللصوص.. وغير ذلك مما لا ينتهي حصره ويبين الدور الذي تلعبه هذه العين في حياتنا اليوم.. هذا مع العلم أن إمكانياتها واتساع نطاق استعمالها يتزايد يوما من يوم.

لم تخترع العين (الكهرضوئية) (الفوتوالكترك).. مرة واحدة.. فلقد والى العمل لإخراجها وتطويرها عدد من الرجال المختلفين حتى بلغت ما بلغت من الكمال وصار في الإمكان الانتفاع بها واستعمالها في هذا النطاق الواسع.. ولم يشع استعمال هذه العين حتى سنة ١٩٢٤ مع أن نظريات وقواعد

(الكهرضوئية) (فوتو الكترك) اكتشفت قبل ذلك بأربعين عاما.

* * *

كان (هينرتش هرتز) علما من علماء الفيزياء (الطبيعة)، وكان همه الوحيد اكتشاف كل ما يمكنه عن حقيقة المادة، ولم يكن يرغب في استخدام اكتشافاته في الحياة العملية.

وفي عام ١٨٨٧، كان مشغولا بتجاربه على الأمواج اللاسلكية التي كان قد اكتشفها.. وذات يوم.. كان يقوم بتجاربه في معمله، ووضع ترتيبا لتجربته مكونا من ملفي تأثير (تحريض) أحدهما كبير والآخر ضيق وكلاهما متصل ببطارية كهربية. وكان قد رتب جهازه بحيث كانت فتحة الشرارة في كل من الملفين متوازية وعلى استقامة واحدة.. ثم بدأ تجربته..

أخذ "هينرتش" يغير في الشرارة الكبرى، ويقويها ثم يضعفها لتقيس تأثير هذه التغيرات على طول الشرارة الصغرى المتولدة بين سلكي الملف الصغير المصنوع من الزنك.

ولكنه لم يتمكن من أن يتبين الشرارة المتولدة في فتحتها الصغيرة لضعفها. فصنع صندوقا ليضع فيه جهاز القياس هذا، حتى يرى الشرارة بوضوح وعندئذ لاحظ شيئا غريبا.. وهو أن الشرارة المتولدة في الفتحة الصغيرة قل طولها كثيرا.. مع أن وضع الجهاز داخل الصندوق مكنه من رؤيتها بوضوح كبير.

لماذا حدث هذا؟.. لماذا؟ لابد أن هناك سببا للقصر الواضح في هذه الشرارة.. ما عسى أن يكون هذا السبب؟ ثم أعاد فحص جهازه بدقة وعناية.. لا يمكن أن يكون هذا أثرا من آثار الأمواج (الكهرومغناطيسية) (الكترومجناتك)

لأن الصندوق كان مصنوعا من مواد غير كهربية وعازلة.. ولكن لابد أن يكون سبب هذا هو الصندوق..

وعند ذلك، نزع هرتز جانبا من جوانب الصندوق، ولكن الشرارة بقيت قصيرة، فأرجع هذا الجانب مكانه ونزع جانبا آخر.. فلم يحدث أي تغيير، فوضعه مكانه ونزع جانبا ثالثا.. فلم يحدث أي تغيير أيضاً وعندئذ رفع الجانب الذي كان يواجه الملف الكبير بفتحة شرارته الواسعة.. ثم أطلق التيار يجري في جهازه وأخذ يراقب الشرارات تتولد في فتحة الملف الصغير (ملف جهاز القياس) فرأى بوضوح ودون أدنى شك أن الشرارة أطول من ذي قبل!

فأخذ "هرتز" يفكر في الأمر.. من الغريب أن تطول هذه الشرارات إذا كانت فتحة الشرارة الكبرى غير مستورة عن الفتحة الصغرى فإذا سترت وحجز بينها قل طولها.. لابد أن هناك إشعاع من الشرارة الكبرى بسبب هذا الفارق؟

وأخذ "هرتز" بعد ذلك يقوم بتجاربه في هذا الميدان دون ملل أو تعب. وأخيرا اعتقد أنه لابد أن يكون هذا أثرا من آثار الأشعة فوق البنفسجية (الترافيولت) المتولدة في الفتحة الكبرى، عندما تسقط على الأسلاك المصنوعة من الزنك في الملف الصغير. وهذا الأثر يزيد من الطاقة الكهربية، في حين أن غياب هذه الأشعة يسبب نقصا في الطاقة.. ومن هذا تحقق لديه أنه بطريقة ما، تأخذ هذه الأشعة قليلا من الطاقة التي بالأسلاك المصنوعة من الزنك، وترسلها عبر فتحة الشرارة.. فتزيد من طولها.

واتضح بعد ذلك وبعد تجارب عديدة، أن بعض المواد يؤثر فيها الضوء تأثيرا أقوى من تأثيره في مواد أخرى وأنه ليس من الضروري أن يكون مصدر الضوء الشرارة، بل يصح أن يكون أي ضوء آخر.

وكان من المتعذر على "هرتز" أو غيره من علماء ذاك العهد أن يفهم ما يحدث حقيقة عندما تتساقط الأشعة الضوئية على سلك من الزنك. لأنه لم يكن قد سمع وقتئذ عن (الإلكترونات) أو الكهيربات الصغيرة، ولأن المعروف عن الذرة كان في ذاك الوقت. أنها أصغر جسيم يمكن أن يكون في المادة..

ولما عرف عن الذرة ما هو معروف الآن من أنها نظام كالنظام الشمسي، عبارة عن نواة يدور حولها عدد من الإلكترونات أو الكهيربات كالكواكب، عندئذ، وضح فعل الكهروضوئية أو (الفوتوالكترستي). واتضح أن في كل نوع من أنواع الذرات تجمعا مركزا من جسيمات كهربية مشحنة بشحنات كهربية موجبة، وحول هذا التجمع، تنتشر مجموعة من الإلكترونات (الكهيربات) السالبة الشحنات.. فإذا تساقطت الأشعة الضوئية على مادة من المواد الحساسة للضوء، يشرد (كهيرب) (إلكترون) من الإلكترونات التي تجوب نطاق الذرة الخارجي في كل ذرة معرضة للضوء، فينطلق عنها. ولذلك ينساب من المادة سيل من (الإلكترونات) أو شحنات كهربية سالبة.

ولما كانت هذه الإلكترونات سالبة الكهربية، فإنها تنحاز للموصل الكهربي الموجب الشحنة وتعبر المسافة إليه في مجرى. وفي تجربة "هرتز" قفزت هذه الإلكترونات عبر الفتحة وولدت مجرى من الطاقة وهذه هي التي ظهرت له.

هذا هو الأساس الذي بنيت عليه الخلية "الكهروضوئية" "الفوتو الكترك" الحديثة.. فهي عبارة عن بصيلة من الزجاج مفرغة من الهواء، وتكسو جزءا من حوائطها الداخلية طبقة من مادة حساسة للضوء، كالبوتاسيوم أو "السلينيوم" وبها موصلان. أحدهما يتصل بالكساء المعدني والآخر بحلقة من معدن لا يتأثر بالضوء كالبلاتين أو "النيكل" فإذا تساقطت الأشعة الضوئية على الكساء الحساس، انطلقت منه الكهيربات السابقة (الإلكترونات) وانحازت إلى الحلقة

المعدنية وبقيت دائما مشحونة بالكهرباء الموجبة. وبذلك يتولد في التو واللحظة مجرى للإلكترونات.. أي تيار كهربي.. وهذا التيار يتوقف مرة واحدة إذا انقطع الضوء. كما أنه يتغير في القوة حسب تغير شدة الضوء المتساقط على اللوح الحساس، ثم بعد ذلك يضخم هذا التيار ويكبر بوساطة الصمام "الأوديوني" بالمقدار اللازم لتشغيل المفاتيح والمقومات لتقويم المحركات وتوقيف الماكينات وغير ذلك.

وبعدما أشبع هرتز رغبته في معرفة أسباب ومسببات نتائج تجاربه.. استأنف أبحاثه في الأمواج اللاسلكية تاركا لغيره من العلماء تطوير "العين الكهربية" معجزة العصر الحديث، لتصل إلى ما وصلت إليه من مرونة ومنفعة.

٤- مفتاح يصير دليلا

حينما تكسر عظمة من عظام الإنسان، فإن أول ما يشير به الطبيب هو أن تؤخذ لموضع الكسر صورة (بأشعة x)، حتى يتمكن من رد العظمة لأصلها.. وإذا ابتلع طفل زرا أو دبوس مشبك مثلا، فكذلك تؤخذ له صورة (بأشعة x) ليتعين مكان الشيء الذي بلعه، ويجرى بعد ذلك اللازم لاستخراجه. (فلأشعة x) أهمية قصوى في الطب والجراحة. إذ تفتح نافذة للطبيب يطل منها داخل الجسم قبل أن يبدأ بمداواة العلة. وذلك لما لهذه الأشعة من مقدرة عجيبة على التغلغل خلال الجسد. ولا يقتصر استعمال (أشعة x) على ميدان الجراحة، بل تؤدي هذه الأشعة العجيبة أغراضا كثيرة في أغلب فروع الصناعة فيستعمل في الكشف عن عيوب الأجزاء المهمة في الطائرات قبل استعمالها، وبذلك يؤمن الطيران، وتمنع الحوادث التي عساها أن تحدث أثناءه من عطب في المحرك أو الطائرة نتيجة لهذه العيوب إن لم يكشف عنها، كما تظهر لطبيب الأسنان أي الأسنان تحتاج للعناية والعلاج وأيها سليم.. كما تظهر للعيان العيوب الخفية في أواني الفخار الثمينة، وكذلك في الكشف عن اللآلئ، وهي في محاراتها، كما يمكن بوساطتها تمييز أوراق النقد المزيفة من الأوراق الحقيقية.. الخ. ومع أن هذه الأشعة لم يسمع عنها قبل خمسين عاما، إلا أن الأغراض التي تستخدم فيها هذه الأشعة الآن، لا يمكن أن تقع تحت حصر.

* * *

قبيل انتهاء عام ١٨٩٥، كان الأستاذ "ولهلم فون روينتجن" أستاذ الفيزياء (الطبيعة) في (وارسبورج) بألمانيا، يشغل أغلب أوقات فراغه في التجريب على أشعة المهبط (أي أشعة الكاثود) وكان "هرتز" قد اكتشف القوة

الغريبة التي لهذه الأشعة في توليد استضاءة لامعة في الزجاج. والأغرب من ذلك قوتها على التغلغل خلال ألواح رقيقة من الألمنيوم والخشب وغيرها من المواد.

وبهرت هذه الخواص الغريبة، التي لأشعة المهبط (الكاثود) هذه "روينتجن" وأخذ يقوم بتجارب عديدة عليها، فلاحظ أن التغيرات في طريقة صنع الأنابيب المفرغة التي تتولد فيها أشعة المهبط (الكاثود)، تغير من نوع أداء الأشعة.

ففي أنبوبة مفرغة تفريغا جزئيا. أضاءت الأنبوبة أو البصيلة كلها. وفي أنبوبة مفرغة تفريغا كبيرا، أظلمت الأنبوبة ولكن حوائط الأنبوبة الزجاجية، وضؤت واستضاءت.. لذلك كان ميدان هذه التجارب ميدانا جذابا مغريا على العمل.

وكان "روينتجن" ماهرا في صناعة الزجاج. فكان يصنع الأنابيب الزجاجية التي يحتاج إليها في تجاربه. وذات يوم صنع أنبوبة منتفخة من وسطها، وطرفاها منحنيان، على صورة الحرف "S". وكان ينفخ أنابيبه بفمه، كما كان يفرغها من الهواء بمصه من الأنابيب بفمه ورئتيه، لذلك كان التفريغ بقدر ما تستطيع رئتاه، وهكذا عندما يضع قطبي الكهرباء، كل واحد في أحد طرفيها، ثم يحكم سدهما فتصبح الأنبوبة معدة للاستعمال.

وأخذ الأستاذ رونتجن ينظر إلى هذه الأنبوبة وهو غارق في التفكير.. "إذا كنت على صواب.. فلابد أن تكون أشعة المهبط (الكاثود) عبارة عن سبيل من الجسيمات المكهربة.. ولابد أن يتولد احتكاك عندما ينحني هذا السيل بمروره في منحنيات الأنبوبة.. لذلك يلزم أن تظهر لي ظاهرة ما، أثر هذا الاحتكاك".

ثم بعد ذلك، أظلم معمله، وأوصل التيار، الذي كان مصدره ملف تأثيري (تحريضي).. فرأى في التو واللحظة على جدران الأنبوبة الزجاجية نفسها الإضاءة الوهاجة بلون أخضر مصفر، وهذه من خصائص أشعة المهبط

(الكاثود) وبعد ذلك ستر الأنبوبة بستار من الورق الأسود السميك فاختفى عنه الضوء.. أي أن هذا الضوء الأصفر لا يمكنه أن يتخلل الورق السميك. وفجأة دوي صوت قطع عليه تفكيره "يا ولهلم" وكان صوت زوجته تناديه من وراء بابه المقفل:

"تعال لتناول الغذاء، أنك لن تتناول أي طعام، إذا لم أذكرك به.. فأنت تداوم القيام بتجاربك.. حتى لو مت جوعا.. بالله عليك يا أستاذ تعال توا.. وبسرعة!".

فترك "روينتجن" أنبوبته فوق مكتبه المشوش مبتسما، ثم أسرع ملبيا نداء زوجته. وكانت زوجته محقة فيما قالت، فإنه ما كان ليذكر موعد طعامه قط لو لم تناديه.

وعندما رجع إلى معمله، بعد أن تناول غذاءه.. قال معاتبا نفسه: "يا لي من نساي". فلقد نسيت أن أقطع التيار عن الأنبوبة.. ولم تقف الأنبوبة عن الإضاءة والتوهج طوال الوقت الذي استغرقته في الطعام". ثم التقط الأنبوبة من على الكتاب الذي كان قد تركها عليه واستأنف تجاربه.. ونسى كل شيء سوى خصائص هذه الأشعة (أشعة المهبط– الكاثود)..

ولكنه أفاق من نشوة العمل في تجاربه، على صوت زوجته من وراء الباب: أنسيت أنك كنت ستصور بعض الصور.. أن اليوم صحو جميل وخير ما يكون للتصوير (الفوتوغرافي).. تعال يا أستاذ، فإن في إمكانك ترك تجاربك تنتظر.

فوضع الأستاذ أنبوبته ثانية ولكنه قطع التيار الكهربي عنها هذه المرة.. وكان الأستاذ مغرما بالتصوير الفوتوغرافي وكان حقيقة يود أن يصور هذه الصور.. فتجاربه هذه يمكن أن تنتظر.. وأخذ يتعجب مسائلا نفسه:

"والآن أين إطار لوحة التصوير.. لقد جهزت هذه اللوحات الفوتوغرافية وإطاراتها هذا الصباح. ليكون كل شيء معدا للتصوير، ولكن يا ترى أين وضعتها؟".

وأخذ هذا الأستاذ النساي يبحث عن هذه الإطارات في مكتبه المشوش.. وأخيرا وجد هذا الإطار بين الأشياء المكدسة على المكتب تحت مجلد ضخم كان يقرأ فيه بين آونة وأخرى.

ثم خرج في طريقه لرحلة فوتوغرافية.

وفي وقت متأخر من نفس المساء، حمض الأستاذ الصور التي صورها خلال اليوم.. وظهرت أغلب الصور جيدة، ولكن واحدة فيها حيرته.. إذ كان في وسطها خيال مفتاح كبير.. مصور عليها! فأخذ يتمتم:

– هذا غريب.. أنني لم أصور مفتاحا قط.. ما أعجب هذا!.. من أين أتت هذه الصورة..! ثم أخذ يعرض الصورة على بعض طلبته الذين كانوا يشتغلون معه في المعمل.. فحيرتهم كما حيرته.. ولم يتمكن أحد منهم أن يعلل وجود صورة ظل المفتاح على اللوح الفوتوغرافي.

فضحك أحدهم وقال: "أن هذا المفتاح يشبه كثيرا مفتاح مكتبك"، فقال الأستاذ:

"هذا صحيح.. أين مفتاح مكتبي؟

ودخل مكتبه وأخذ يبحث عن المفتاح ولكنه لم يعثر عليه.

وأخيرا نادى زوجته قائلا:

"أين مفتاح مكتبي.. هل رأيته في مكان ما".. فأجابته زوجته:

"لم أره.. والغالب أنك استخدمته كعلامة لصفحة من صفحات كتبك.. كعادتك..!

فالتقط "رينتجن" المجلد الضخم الذي كان موضوعا على مكتبه وأخذ يهزه فسقط منه المفتاح. فجلس الأستاذ والمفتاح في يد، والصورة في اليد الثانية.. وأخذ يفكر.. لقد كان الكتاب موضوعا على إطار اللوح الفوتوغرافي، وكانت أنبوبة أشعة المهبط الوضاءة على الكتب مضيئة طوال الوقت الذي كان يتناول طعامه فيه!.. هل يا ترى هناك أشعة غير هذه الأشعة الوضاءة التي رآها ويعرفها.. أشعة غير معروفة وغير مرئية تغلغلت في كل من الكتاب وغلاف إطار اللوح الفوتوغرافي المصنوع من المطاط ثم طبعت خيال ظله على اللوح..

لابد له أن يعرف الحقيقة سريعا، فأعاد كل شيء إلى مكانه كما تركه بالضبط عندما غادر المكتب ليتناول الطعام.. لوح فوتوغرافي بإطاره والكتاب والمفتاح.. ثم وضع الأنبوبة الوضاءة فوق الكتاب وتركها حيث كانت مدة تعادل الوقت الذي استغرقه في تناول الطعام.

وعندما حمض اللوح الفوتوغرافي.. ظهرت صورة ظل المفتاح ثانية.. أنه كان في تخمينه على صواب.. هناك أشعة خفية غير مرئية.. لعلها ضوء من نوع ما يؤثر تأثير الضوء العادي يخرج من هذه الأنبوبة كأشعة تمكنت من اختراق الزجاج وغيره من المواد الصلبة ولا يمكن أن تكون هي أشعة المهبط (الكاثود) لأن هذه الأشعة لا تخرج من الأنبوبة ولا تخترق جدرانها.. ما عسى تكون هذه الأشعة إذن؟!

وأخذ الأستاذ "روينتجن" يقوم بتجارب على هذه الأشعة الجديدة باهتمام متزايد.. وأخذ يقدر الإمكانيات التي يمكن أن تخرج من هذه الأشعة. وسرعان ما صور بها عظام يده، وهكذا كشف للناس عن ميدان من أوسع ميادين استعمال هذه الأشعة.

وتحقق لدى الأستاذ "ولهلم فون روينتجن" أنه كشف عن نوع من

الإشعاعات الجديدة.. التي تتكون من بعض أشعة غير مرئية تنطلق عندما يحدث تفريغ كهربي ذو جهد عال في أنبوبة مفرغة من الهواء، عن طريق سلكين من البلاتين بطرفيها، متصلين بمصدر كهربي ذي جهد عال.. وعندما يحدث التفريغ الكهربي منبعثا من المصعد أو (الأنود) أي القطب الموجب.. تنفذ منه نطاقات من الضوء الملون المتغير، وتنطلق من المهبط أو (الكاثود)– أي القطب السالب– أشعة المهبط الوضاءة.

والظاهر أن أشعة المهبط هذه، عندما تصطدم بجدران الأنبوبة الزجاجية تتولد أشعة جديدة غير مرئية وهذه هي التي اكتشفها. ولكنه لم يعرف كنه هذه الأشعة.. ولم يمكنه أن يتصور أنها ضوء ما كما أنه لم يتصورها نوعا من أنواع الكهرباء، إذ فيها شيء غريب غير معروف.. فسماها لذلك أشعة (x) أي الأشعة المجهولة..

وعرفت هذه الأشعة للآن بهذا الاسم: (أشعة x) أو الأشعة السينية المجهولة.

٥- باب فرن طقطق!

قلما تفكر في التحكم الحراري (الثرموستاتي) مع أنه أداة من أدوات المدنية الحديثة، فمثلا، نوقد فرن التدفئة كل صباح في الشتاء ثم نتركه وننساه، لأننا على ثقة من أن صمام التحكم الحراري (الترموستات) الصغير سيضبط درجة الحرارة ويحتفظ بها في المستوى الذي ترغبه.. غير حار وغير بارد. وتضع السيدة الطعام في فرن المنزل وتتركه ثم تذهب لشئونها الأخرى مطمئنة.. لأنها تعرف تمام المعرفة أن هذا الجهاز الصغير- سيتحكم في حرارة الطهو فيطهو الطعام، كالمرغوب فيه تماما، ويزود سخان المياه المنزلي بالمياه الساخنة للاستحمام والغسيل وغير ذلك من مستلزمات الحياة المنزلية، ولن ترتفع حرارة الماء ارتفاعا خطرا.. بفضل هذا الحاكم الحراري الصغير (الترموستات). وكذلك تكون السيدة أرق وألطف الأنسجة دون خوف أو خطر بمكواتها التلقائية (الأوتوماتيكية) التي يضبط حرارتها حاكم حراري صغير (ترموستات) موضوع بداخلها.

حقا أن الحاكم الحراري، منع عنا كثيرا من القلق وأمننا من أخطار الحريق وغيره، ولكن إخراجه وانتشار استعماله استغرق وقتا طويلا لأن أحدا لم يتمكن من اختراع أو تركيب حاكم حواري (ترموستات) بالحجم الصغير المناسب لأداء العمل المطلوب منه. وأخيرا تمكن ميكانيكي أمريكي من إخراج ما لم يتمكن من إخراجه الكهربيون.

* * *

كان "جون ألبي سبنسر" يشتغل خفيرا ليليا في ورشة ماكينات نجارة، عندما خطرت له الفكرة الأصلية التي بنى عليها الحاكم الحراري "الترموستات".

وكان عمله الأصلي تغذية النار اللازمة لحجرة المحركات بالوقود، وفي بداية الأمر كان يحسب أن هذا العمل مضن، إذ كان الوقود قطعا من أخشاب الأشجار وحطبها، تشتعل نارا حامية، ولكن اللهب كان يلتهمها بسرعة، لذلك لم يكن "سبنسر" ليجرؤ على الابتعاد عن الفرن، خوفا من أن ينسى تغذيتها في الوقت المناسب فتذوى أو تخمد.

وذات مساء لاحظ أن باب الفرن– وهو عبارة عن غطاء مستدير في أعلى بيت النار "يطقطق" أحيانا بصوت مرتفع، ولاحظ وهو يراقب الفرن ذات ليلة أن القرقعة تحدث دائما عندما يحمى الفرن بعد إيقاده بمدة، ثم لا يحدث صوت حتى تبدأ النار في الخمود.

وهذا أمر غريب.. فأخذ الشاب "سبسنر" يفكر:

"هذا غريب عجيب.. يا ترى ما سبب هذا؟"

ثم لازم الفرن بعد أن أوقده ولم يغادر حجرة المحركات، رغم جوها الحار، وأخذ يراقب الفرن ليعرف حل هذا اللغز.. لغز باب الفرن الذي يصدر هذه الطقطقة أو القرقعة.

وسرعان ما عرف السبب وأخذ يضحك.. لأن حل اللغز كان من أبسط الأمور.. إذ ترتفع درجة حرارة الجزء الأوسط من باب الفرن المستدير بأسرع مما ترتفع في حافته.. فيتمدد هذا الجزء بفعل الحرارة قبل تمدد الحافة.. وعندئذ ينبعج الباب كله من الشد الذي يسببه هذا التمدد. وهذا ما يسبب الطقة الأولى.

ويحدث العكس تماما.. عندما تأخذ النار في الخمود.. إذ تنخفض درجة حرارة الجزء المنبعج من باب الفرن ويقل تمدده ويقل الشد عليه تبعا لذلك،

فيطق الباب أثناء استواء هذا الانبعاج الذي سببته الحرارة ورجوعه إلى حالته الأولى. فتعجب "سبنسر" وأخذ يفكر:

"ما أعجب هذا، أنه إشارة تلقائية (أوتوماتيكية) لي.. عندما يطق الباب في المرة الثانية.. تكون النار قد بدأت تخمد وعلى ذلك تحتاج إلى الرعاية.. لهذا لا أرى ضرورة لملازمة هذا الفرن في جو هذه الغرفة الخانق.. ومن الآن سأعتمد على الفرن الذي سيخطرني بنفسه عندما تحتاج النار إلى الوقود".

وهذا ما كان، إذ أنه وجد أن صوت طقة الباب كان عاليا مسموعا خارج غرفة المحركات.. وأصبح إشارة يعتمد عليها للدلالة على أن النار في حاجة إلى رعاية وهي في طريقها إلى الخمود. ولو أن هذه الإشارة كانت في بدء الأمر تسلية له غير أنه سرعان ما بدأ يفكر فيها باهتمام وجد.

"بكل تأكيد.. يمكن استخدام خاصية تمدد المعادن الحراري لأداء أغراض ذات قيمة عملية.. لابد لي يوما أن أجد الطريق لذلك".

وبعد سنوات عديدة، وفق إلى إتمام ما فكر فيه. وكان وقتئذ يعمل في شركة من شركات الكهربا في "بوسطن"، وبطبيعة الحال، كان يستمع إلى كلام كثير، يدور حول موضوع كان يشغل أذهان كل شركة من شركات الكهربا في ذاك الوقت، وهو استكمال تركيبة مبتكرة لضبط الحرارة تلقائيا (أوتوماتيكيا) في بعض المهمات والأجهزة الكهربية.

وذات يوم عن "لسبنسر" أن هناك منفعة عملية لما عرفه في ورشة ماكينات النجارة من باب الفرن.. وهو أن قطعة من المعدن يمكن أن تتغير في الشكل والوضع.. في أحوال معينة.. فأخذ يفكر:

"لماذا لا استعمل قرصا معدنيا لإطلاق التيار الكهربي وقطعه.. أي قطعة من المعدن تنحني عندما تسخن فتقطع التيار الكهربي؟".

وبدا هذا سهلا غير أنه اكتشف بعد ذلك أن تنفيذه صعب.. وقضى "سبنسر" ما يقرب من عشر سنوات قبل أن يستطيع استكمال الحاكم الحراري الذي ابتكره. وعندما انتهى من صنعه عام ١٩٢٥، كان الحاكم الحراري بالبساطة التي تصورها في بدء الأمر، فكان عبارة عما يأتي:

قرصان دقيقان، من المعدن الرقيق، لا يتجاوز قطر كل منهما بوصة ونصف بوصة، تفصل بينهما مسافة صغيرة، وهما مثبتان من وسطهما بمرتكز صغير من المعدن. ولا تزيد تخانتهما في المجموع عن ربع بوصة (وكل من القرصين له معامل تمدد مختلف عن معامل الآخر، أي أن أحدهما يتمدد بمقدار معين عند درجة حرارة أقل من درجة الحرارة التي يتمدد عندها الثاني بهذا المقدار، أي يحتاج الأول إلى حرارة أكثر من الحرارة التي يحتاج إليها الثاني، ليتمدد مثله) ثم يوضعان معا عند نقطة التماس الكهربي.. فيمر التيار فيهما فيرفع درجة حرارتهما.. وعندما تصل الحرارة إلى الدرجة المعينة، ينبعج أحدهما.. كما كان ينبعج باب الفرن، فتتباعد نقطتا التماس وينقطع التيار. وهكذا يقف الجهاز المحكوم بهذا الحاكم، فلا ترتفع درجة حرارته عن المطلوب. وعندما يبرد المعدن إلى الحد المناسب، يستوي القرصان إلى شكلهما الأصلي ويستأنف التيار مروره.

وهكذا علم باب فرن قديم يطقطق، "سبنسر"، علمه كيف يصنع الحاكم الحراري (الترموستات) ولو بعد حين.

سادسا: الكيمياء

١- معدن مرن

أتعلم إلى أي حد تستخدم المطاط في أسفارك، وتنقلاتك؟ ربما كان كعبا نعليك منه، وربما عندما تمطر السماء، تضطر إلى احتذاء أحذية من المطاط.. وفي الجو الصحو اللطيف، تخرج للنزهة في سيارة فيحملك المطاط أينما ذهبت.. إذ لا يمكن لسيارة ما أن تسير دون عجلاتها المطاط.. وربما أيضا تكون بعض الشوارع التي تسير عليها مرصوفة بالمطاط..

إننا الآن نستعمل المطاط في أغراض مختلفة هامة في حياتنا اليومية، ولكن منذ مائة سنة قلما استخدام المطاط في غرض ما.. لأن أحدا حينئذ لم يتمكن من اكتشاف وسيلة تمنع المطاط من التسيل في الجو الحار والتقصف في الجو البارد.. لذلك كان الناس في ذلك الزمان، يفضلون أن تبتل أقدامهم من المسير على الأرض المبللة من احتذاء المطاط.. خوفا من أن يلتصق المطاط بأقدامهم وبالأرض إذا حدث وبزغت الشمس من وراء السحب الماطرة.. وخوفا من أن يتجمد إذا برد الجو ويتعذر خلعه عن أقدامهم.. من ذلك يتضح لك أن الرجل الذي اكتشف الطريقة التي يبقى بها المطاط مرنا في مختلف درجات الحرارة قد خدم العالم خدمة كبرى.

* * *

ذات مساء عام ١٨٣٩، دخل بعض أصدقاء "تشارلس جوديير" عليه في

زيارة.. فوجدوه كالمعتاد يقلب في قدر كبير موضوع على نار حامية مادة ما.. فناداهم قائلا:

– تفضلوا بالدخول. تفضلوا.. أظن أنني أخيرا على وشك اكتشاف سر المطاط..

فضحك صديق منهم وقال:

– يا تشارلس!.. لقد داومت على قولك هذا أعواما.. ولقد مزجت المطاط بكل مادة تحت الشمس.. ولا يزال الحال كما هو. فكل من البرد والحر يتلفه.. ألم يكفك كل هذا.. لتتحقق من أن المطاط لا يمكن استعماله!..

فأجابه تشارلس بحزم.. وهو يقلب ما في القدر من مادة لزجة كريهة المنظر:

– لا يا جون.. أنا لم أغير رأيي.. بل بالعكس فإني على يقين، أن هناك وسيلة لاستعمال المطاط في الحياة العملية وأني لموطد العزم على اكتشافها..

ثم أخذ يرفع القدر عن النار باحتراس ثم وضعها على الأرض لتبرد..

فقال له صديق آخر معترضا:

– ولكنك يا تشارلس لا تستطيع المضي في تجاريبك هذه، تصور مقدار ما أنفقته على هذا المطاط من مال لشرائه، والكيماويات التي تخلطها به؟.. تصور الوقت الذي أضعته في هذه التجارب، على حين كان يمكنك استغلاله في كسب ما يقوم بأودك وأود عائلتك.. تذكر أن عائلتك الآن بلا مأوى.. وفي الواقع لقد حضرنا اليوم لإقناعك حتى ترجع لعملك الأصلي، صناعة الأواني المعدنية.. حتى تتمكن على الأقل من كسب

معاشك.. لقد حضرنا لإقناعك، حتى تترك هذه التجارب الجنونية التي لا يمكنك بأي حال الإنفاق عليها..

فهز "تشارلس" رأسه بإصرار وعناد.. وقال:

- بالعكس.. أنا لا يمكني أن أرجع عنها الآن.. فهناك وسيلة لتحويل المطاط إلى مادة نافعة.. وسيكشف إنسان ما أمرها يوما من الأيام.. ولقد عقدت العزم أن أكون هذا الإنسان.. أنني على يقين من ذلك.. وعندئذ سأتمكن من الاعتناء بعائلتي، ومن دفع كل ديوني.. فلا تقلق يا توم.. سأدفع لك كل مليم اقترضته منك. عندما اكتشف هذا السر..

ثم انحنى على القدر، وأخذ منه بملعقة جزءا من خليط المطاط. وتغير وجهه بمجرد أن نظر إليه.. واختفت عنه علامات القنوط. وتملكه شعور بالثقة والاهتمام بتجاربه لا حد له.. وصاح:

- انظروا.. هذه المرة.. محاولتي أفضل المحاولات التي قمت بها.. لقد خلطت الكبريت بخام المطاط.. أنها لم تصل بعد إلى حد الكمال.. شيء ينقصها.. والمطاط الذي عومل بهذه الطريقة لا يتقصف في البرودة ولا يتلزج في الحرارة أنه خير من أي خليط سبق لي استخراجه..

ثم تناول قطعة المطاط التي بدأت تبرد ورفعها.. وقال:

- انظروا.. هذه القطعة متماسكة ولكنها رجوعة مرنة.. ولو وضعتها فوق الموقد هكذا.. لا تتلزج.. وطبيعي لو زادت حرارتها وارتفعت ستتسيل..

فتقدم جون واقترب من الموقد وقال: "دعني أرى ذلك.." وبينما كان تشارلس يناول جون قطعة المطاط سقطت منهما في الموقد فصاح تشارلس:

- آه.. لابد أن قطعة المطاط قد تلفت الآن.. لأن تجاربي علمتني أنه إذا كان هناك أشياء تتلف المطاط فالنار أشدها.. سأناولك قطعة أخرى..

ثم غمس ملعقته في القدر واستخرج كمية أخرى.. وبينما كانت قطعة المطاط الثانية تبرد.. أخذ يقلب النار ليرفع عن سطحها قطعة المطاط التي ظن أنها تلفت.

واستولت الدهشة على أصدقائه الذين كانوا يراقبونه عن كثب عندما رأوه.. وذلك لأنه التقط قطعة المطاط وتناولها وأخذ يفحصها بإمعان، ثم أخذ يختبرها بين أصابعه، وهو ينظر وعلى وجهه علامات الاستغراب وعدم التصديق.. ثم أخذ بعد ذلك يدور في الغرفة راقصا، صارخا، ضاحكا كالمجنون.. فصاح به أصدقاؤه:

- تشارلس!.. تشارلس!.. ماذا جرى؟ هدئ من روعك.

ولكن تشارلس لم يأبه بهم وظل على حاله صائحا راقصا كالمجنون. فخطر لأصدقائه أنه جن.. وقالوا:

- مسكين.. كل هذه الأعوام الطويلة في عمل مضن.. لم يمكنه أن يتحمله.. فجن.. وفقد رشده.

ولكن تشارلس كان يصيح قائلا:

- لقد وجدتها.. لقد وجدتها وعرفت السر أخيرا.. سأتمكن من صنع المطاط الذي لا يتسيل.. انظروا.. انظروا..!

فنظر الحاضرون إلى قطعة المطاط التي كانت قد سقطت في الموقد والتي ظل تشارلس محتفظا بها في قبضته. وهم لا يصدقون أعينهم.

– انظروا.. أنها لم تتسيل، بل تفحمت أطرافها كما يتفحم الجلد.. ولكن قلبها دبغ تماما.. أليس هذا من أعجب الأمور التي عرفناها.. لقد قلت منذ لحظة أنني على يقين من أنه إذا كان هناك أشياء تتلف المطاط فالحرارة أشدها.. ولكن كان ذلك غير صحيح، فإن الحرارة إذا كانت مرتفعة ارتفاعا كافيا.. فإنها تدبغ المطاط.. والآن قد تحققت أنه يمكن استخدام المطاط في كل الأغراض.. ما عدا إعداده للأكل على المائدة!

وكان أصدقاؤه يهزون رءوسهم في شك.. فلقد حدث كثيرا أن تشارلس ظن أنه كشف عن سر دباغة المطاط.. فلابد أن هذا حلم من أحلامه التي سبق أن تبددت بطلوع النهار..

ولكن "جوديير" لم يلاحظ من ذلك شيئا، وأخذ يفكر في أمر آخر: "لابد لي أن أرى تأثير البرودة على المطاط المدبوغ بالحرارة. سأضع القطعة خارجا في الجليد"..

وخرج من المنزل مندفعا دون سترة، عاري الرأس بلا قبعة.

وقضى تشارلس "جوديير" بقية المساء كالمجنون، ناسيا ضيوفه يقوم بتجربة تلو الأخرى لاختبار اكتشافه الجديد.. وكانت سعادته وفرحته لا تقدر، عندما تحقق أنه قد عثر على سر صناعة تقلب المطاط الخام إلى مادة نافعة.

وقضى تشارلس بعد ذلك شهورا ليستكمل طريقته.. وذلك باكتشاف درجة الحرارة المناسبة لدرجة الصلابة المطلوبة في المطاط المدبوغ.. وهكذا جازاه سر تحميص (فلكنة) المطاط الذي عثر عليه صدفة، ذاك المساء، على السنوات التي قضاها في تجارب ومحاولات غير مثمرة، جزءا طيبا.

إن دباغة المطاط بهذه الطريقة، تجعله لينا مرنا، يثني دون لزوجة كما يمكن بوساطتها جعله صلبا. متينا يتحمل كثيرا، بمرونة تعادل مرونة الصلب.

وهكذا أمكن بطريقة جوديير لتحميص (فلكنة) المطاط، أن يصنع المطاط بأي درجة من درجات الصلابة.. وتحقق تنبؤ "جوديير" من أن المطاط سيستعمل تقريبا في كل ناحية من نواحي الحياة.. إلا أن يعد ليكون طعاما!..

٢- عود من الثقاب يختفي

إذا اشتريت من البقال بضاعة، وضعها لك في أكياس من الورق، وإذا اشتريت من محلات البيع الكبيرة، حزمت مشترياتك في لفافات من الورق الصقيل، وإذا اشتريت حاجيات قابلة للكسر.. وضعت لك في علب أو أغلفة من الورق.. ورق كثير نتداوله هذه الأيام.. ففي كل محلات البيع تلف وتحزم وتغلف البضائع في الورق، وذلك لأن الورق رخيص التكاليف..

ولم يكن الورق رخيصا في كل الأوقات، إذ كان في وقت ما غالي الثمن، فلم تغلف المشتريات به إلا لضرورة قصوى، وعندئذ كانت المشتريات تلف وتحزم في الجرائد والصحف القديمة.. لعدم وجود ورق رخيص كالذي نستعمله هذه الأيام.. إذ كان الورق يصنع من الخرق القديمة أو القطن أو الكتان.. وعندما قلت كميات هذه المواد، أصبح الورق غالي التكاليف جدا.. ودام هذا الحال حتى عرف الناس كيف يصنعون الورق من الخشب.. فتمكنوا من صنع وإخراج أوراق الحزم والتغليف الرخيصة المستعملة الآن.. حدث هذا نتيجة لاختفاء عود من الثقاب!

* * *

كان هذا عقب نهاية الحرب الأهلية الأمريكية.. كان الجنرال "بنجامين تلجمان" هاويا من هواة الكيمياء، وكان يقوم بتجاربه في ورشته الخاصة، حبا في الكيمياء لذاتها لا لغرض آخر أو لبحث معين. وكان سعيدا برجوعه لمنزله وعائلته بعد سنوات قضاها في الحرب والقتال، سعيدا بالسلام، سعيدا من تمكنه من أداء ما يجب أداؤه من الأعمال.. سعيدا بمنزله. وبينما هو في معمله ذات يوم، فتح الباب ودخل شقيقه رتشارد عليه. فنظر إليه الجنرال وقال:

– أنك رجعت بسرعة من المدينة!

فأجابه ريتشارد:

– نعم، لم أستغرق وقتا يذكر لقضاء حاجتي في المدينة.

فسأله الجنرال:

– ما وراءك من أخبار؟.. ما الذي يدور بين الناس من أحاديث؟

فأجابه ريتشارد:

– إعادة بناء الجنوب، طبعا.. ثم ارتفاع تكاليف المعيشة، والطعام والكساء.. فلا يزال القطن مرتفع الثمن، الرطل بحوالي ريالين، وارتفع سعر الورق سنتا آخر فأصبح ٢٨ سنتا للرطل الآن.. ويقول الناشرون أنهم سيتوقفون عن العمل إذا زاد سعر الورق عن ذلك.. إذ أنهم لن يستطيعوا إصدار جرائدهم وصحفهم إذا كان عليهم أن يدفعوا هذا الثمن الغالي للورق الذي سيطبعون صحفهم عليه.. فربما لا نجد من الصحف ما نقرؤه بعد الآن.

ثم جلس يراقب أخاه وهو يشتغل.. ثم سأله:

– ما هذا يا "بنجامين"؟.. ما الذي في هذا الإناء؟..

فأجابه بنجامين:

– هذا قليل من الحامض الكبريتي في ماء.. أنني أحاول أن أقوم ببعض التجارب.. حتى أتأكد من أنني لم أنس ما تعلمته من الكيمياء.. سأنتهي حالا.. استمر في حديثك وأخبرني بكل ما سمعته في المدينة.. ماذا يقول الناس عن إعادة بناء الجنوب؟

وبينما ريتشارد يتحدث، جلس بنجامين وأخذ يقلب محلول الحامض بعود طويل من الثقاب.. لأنه كان منشغلا فيما كان أخوه يقوله له.. ولم يكن يفكر فيما كانت يداه تعملان.. وأخيرا كسر عود الثقاب إلى قطع صغيرة.. في الحامض.. وعندما ترك الأخوان المعمل وخرجا نسيا قطع الثقاب في الحامض الكبريتي..

وفي صباح اليوم التالي، عندما رجعا للعمل في الورشة، أخذ "بنجامين" في تنظيف الورشة وإزالة المواد المتخلفة من أعمال اليوم السابق، والتقط إناء الحامض الكبريتي وأخذ في تفريغه.. ولكنه توقف فجأة.. هناك شيء، لفت نظره، وأخذ يفحص الإناء بعناية. ثم أخذ ملعقة.. وأخرج منه كتلة لبابية معجنة لزجة، فتعجب "بنجامين" من ذلك وقال:

– ما عسى هذا أن يكون؟.. ثم تذكر.. أنني تركت في هذا الحامض عودا من الثقاب.. والآن اختفى هذا العود.. ولكن ما هذا اللباب المعجن؟..

ثم أخذ يختبر هذه الكتلة اللزجة في الملعقة.. ونادى أخاه وهو منفعل انفعالا واضحا:

– تعالى يا ريتشارد.. تعالى هنا.. انظر ما في هذا الإناء!!

فتقدم "ريتشارد" نحو أخيه ليرى هذه المادة التي اهتم أخوه بها هذا الاهتمام. ثم قال:

– يا للعجب.. أنها أشبه ما تكون بلباب الورق.. أنه لباب الورق..

فقال الجنرال "بنجامين":

– نعم.. أظن أنك على صواب.. لقد تركت عودا من الثقاب المصنوع من

الخشب هنا.. واختفى هذا العود.. ثم بعد ذلك لم أجد الخشب ووجدت بدلا منه لباب الورق!!.. يبدو لي أنه يمكننا صنع الورق من الخشب!!

فقال ريتشارد:

– ورق من الخشب! آه لو أمكننا صنع الورق رخيصا! لو تمكنا من صنع الورق من الخشب!! فلن ترتفع أثمانه.

ثم أخذ الأخوان، يقومان بتجارب بالحامض الكبريتي، مع أنواع الخشب المختلفة.. ولم يلبثا أن تمكنا بعد عمل كثير دقيق أن اكتشفا طريقة لصنع ورق، لا بأس به من الخشب.

واختارا من الأخشاب أشدها بياضا، ثم قطعاها شرائح رقيقة، مقطعة بعكس الألياف.. ثم عباءاها في إناء مبطن بألواح من الرصاص مملوء إلى ثلثيه بالماء. وفي اليوم التالي أضافا محلولا من الحامض الكبريتي وسلفات الجير.. حتى تغطى الخشب تماما.. وبهذا أصبح الإناء ممتلئا.. وبعد ذلك.. أغلقا الإناء إغلاقا محكما، ثم أدخلا بخارا.. حتى وصلت درجة حرارة الإناء وما فيه إلى ٢٦٠ درجة فهرنهية.

ثم احتفظ بهذه الدرجة الحرارية، لمدة ثماني ساعات، وبعد ذلك قطع البخار عن الإناء، وصفى المحلول من الإناء، في بالوعة، ثم دفع من أعلى الإناء بتيار من الماء النظيف ليمر خلال الألياف الخشبية، فغسلها غسلا جيدا، وفي نهاية هذه العملية أصبح الخشب كتلة لينة صالحة لصنعها ورقا في ماكينات الورق الخاصة بذلك.

مضت أعوام عديدة قبل أن تسبب طريقتهما خفضا في أثمان وتكاليف الورق.. لأن مشكلة خطيرة اعترضت الجنرال "تلجمان" وأخاه.. ولم يمكن حلها

إلا من سنوات. لأن الحامض الذي استعمل لإنهاك الخشب وتليينه كان أيضا يهاجم الوعاء الذي يطبخ فيه الخشب وينخر فيه.. لذلك كانا باستمرار يستبدلان بالأوعية أوعية غيرها جديدة وكان هذا يكلفهما كثيرا ويزيد في تكاليف صنع الورق. لأنه وإن كان يصنع من خشب رخيص إلا أن عملية تحويل الخشب إلى ورق كانت غالية كثيرة التكاليف.

وأخيرا اكتشف شخص فكرة استعمال أوعية من الأسمنت.. لا يؤثر الحامض فيها. وهكذا استكملت عملية صنع الورق من الخشب.. وأصبحت صناعة الورق رخيصة وأصبح من المستطاع استخدام الورق هذا الاستخدام الواسع وأمكن التغليف والحزم به.

ويعود أكثر الفضل في هذا إلى اختفاء عود واحد من الثقاب.

٣- نضال مع الألمنيوم

تحمل طائرات خطوط الطيران المدني الحديثة، أحمالا من البضائع والركاب، ما كانت تخطر على بال في بداية عصر الطيران عندما كانت تصنع هياكل الطائرات من الخشب والصلب. فكانت الطائرات نفسها ثقيلة، وبذلك كانت الأعمال التي تتمكن من الطيران بها محدودة جدا.

وتصنع اليوم أغلب أجزاء الطائرات من الألمنيوم، والألمنيوم معدن لا يصدأ ولا ينطفئ لمعانه، كما أنه خفيف، متين متانة تكفي ما تستلزمه احتياجات منشئات الطائرات، والسكك الحديدية، والبواخر وغير ذلك من الصناعات الأخرى.

والألمنيوم يعد من المعادن القيمة، ولو أنه أكثر المعادن على ظهر الأرض قاطبة. ومضى أكثر من قرن قبل أن ينتشر استعماله انتشارا واسعا، لأنه كان يوجد دائما متحدا مع غيره من المواد التي يصعب فصله عنها، لذلك كانت صعوبة فصله هذه من مركباته سببا في ارتفاع ثمنه.

وحاول كيماوي بعد آخر بالتجارب المختلفة العثور على طريقة استخلاص الألمنيوم من شوائبه ومركباته. ونجح عدد كبير منهم، ولكن عملية الاستخلاص في كل حالة كانت غالية التكاليف، حتى أن ثمن رطل الألمنيوم الواحد كان يزيد عن ٤٠٠ ريال.. وطبعا كان المطلوب استخلاصه رخيصا، وبسهولة حتى يتيسر استعماله.

ولكن الرجل الذي اكتشف طريقة استخلاص الألمنيوم التي استوفت الشروط السابقة، لم يكن كيمائيا كما لم يكن مهندس تعدين.. بل كان جامعيا، شابا، كان قد درس الكيمياء.. دراسة عادية في برامج تدريس كليته.

ذات يوم عام ١٨٨٥ كان الأستاذ "فرانك جيويت" يوضح لطلبة كلية (أوبرلن)، في فصل من فصول الكيمياء.. المشكلة التي تعترض استخلاص الألمنيوم فقال:

– هذا معدن، خفيف، متين، لا يصدأ.. معدن يمكن استعماله في آلاف من الأغراض. ولكنا لا نستعمله.. وذلك لا لأنه نادر الوجود.. بل على العكس فالألمنيوم أكثر المعادن وجودا.. ولكنا عاجزون إلى الآن عن استخلاصه بتكاليف قليلة إذ لا نعرف وسيلة لفصله عن التربة التي يوجد فيها.. وفيما يظهر فالصعوبة تتركز في أن أكسيد الألمنيوم لا ينصهر إلا في درجة حرارة عالية جدا.. ويبدو لي أن هنا ميدانا لمن يدرسون الكيمياء من الشبان ليثبتوا جدارتهم فهي مشكلة تستحق أن يجتهد فيها ذوو العقول العلمية في الكلية. ليحلوا هذه المشكلة، مشكلة استخلاص وإنتاج الألمنيوم بطريقة عملية، فيكتسبوا الشهرة.. ولن تكون الشهرة هي الجزاء الوحيد، فهناك ثروة تنتظر الرجل الذي يستطيع ذلك..

وكان "تشارلز مارتن هول" ينصت باهتمام متزايد لهذا الحديث وكان طالبا مجدا نشيطا، واضح التفكير، يحب معالجة المشكلات الصعبة، وأمامه مشكلة من أصعب المشكلات.. مشكلة تستحق العمل في سبيل حلها. فلكز "هول" بكوعة "دان برادلي".. زميله في الفصل وقال له:

– أود جدا أن أحاول حل هذه المشكلة. وأبحث وراء هذا المعدن.

وظل "هول" طوال أيامه في الكلية يفكر في الألمنيوم، إلا أن وقته الدراسي لم يسمح له بالتفرغ في بحثه وراء هذا المعدن.

وبعد أن انتهى العام الدراسي، وتخرج، طلب من الأستاذ "جيويت" أن

يأذن له في العمل بالمعمل أثناء إجازته الصيفية.. فأجابه إلى طلبه مسرورا لرؤية هذا الشاب المجد يعالج مشكلة كان يرى فيها أنها تستحق كل اهتمام.. ومعالجة.

ثم بدأ أولا باستعارة كتاب من كتب أبيه التي توضح كل ما هو معروف عن الألمنيوم في ذلك الوقت. فقرأ ما يأتي مسطورا بالكتاب:

"يمكن استخراج هذا المعدن بتسخين كلوريد الألمنيوم مع البوتاسيوم في إناء من (البورسلين) الصيني، ثم بعد ذلك يذاب الملح الناتج في الماء.. وبهذه الطريقة يخرج الألمنيوم في هيئة مسحوق رمادي اللون يشبه مسحوق البلاتين. فإذا صحن جيدا في مصحنة ودعك فيها جيدا، يلمع لمعانا معدنيا واضحا. وينصهر الغفل في درجة حرارة أعلى من التي ينصهر عندها الحديد الزهر، وفي هذه الحالة يكون موصلا جيدا للكهرباء ولكنه يعزلها إذا كان باردا".

أعاد "هول" قراءة الجملة "موصل جيد للكهرباء" مرارا وتكرارا، ورسخت في ذهنه.. "إذا سخن غفل الألمنيوم حتى ينصهر يصبح موصلا جيدا للكهرباء".. وعليه إذن أن يبدأ تجاربه بتحديد تأثير الكهرباء على غفل الألمنيوم.

وكان عليه أولا أن يجد وسيلة رخيصة، لتحويل غفل الألمنيوم إلى سائل، حتى يمر فيه تيار كهربي.. لهذا يجب إيجاد مادة تذيب تراب أو غفل الألمنيوم فينماع فيها في درجة حرارة منخفضة نوعا. واستغرق بحثه شهورا، بحث ليعثر على مميع أو مذيب له هذه الخاصة.. وأخيرا وبعد محاولات عديدة بمواد مختلفة.. قرر أن يتبع نصيحة الأستاذ "جيوبت" ويحاول تجريب (الكريوليت)، وهذه مادة تستخدم في صناعة الصودا.. والزجاج.. وكان سروره يفوق الوصف عندما وجد أن هذه المادة تنصهر بسهولة في درجة حرارة منخفضة.. وكان

سروره أعظم عندما وجد أن غفل الألمنيوم ينماع فيها انمياع الملح في الماء المغلي.

وفي الحال ذهب ليقابل الأستاذ "جيويت".. وقال له:

– أني على استعداد الآن لتجربة ومعرفة تأثير الكهرباء على غفل الألمنيوم.. لأني قد أذبته في (الكريوليت).. وأرجو أن أستعير عددا من البطاريات الكهربية لإتمام التجربة.. لعل التيار الكهربي العالي يولد درجة حرارة عالية.. فيتحرر الألمنيوم من غفلة وينطلق معدنا نقيا..".

ولم يكتف الأستاذ (جيويت) بإعارته بطارياته الكهربية بل توجه معه ليرى تأثير الكهربا عند مرورها في هذا السائل..

وكانت خيبة أملهما كبيرة.. إذ لم يحدث شيء.. وأخفقت التجربة. فرجع الأستاذ (جيويت) إلى مكتبه وأخذ "هول" يفحص مراجعا مواده ثم أطرق يفكر.

وأخيرا وقع نظره على البوتقة الفخار التي كان يستعملها.. فربما كانت هذه هي السبب.. لعله ينجح لو استعمل نوعا آخر من البواتق..

ولم يستغرق تغيير هذه البوتقة بأخرى مبطنة بالكرايون إلا دقائق. ثم أدخل قطبي الكهرباء في السائل وأوصلهما بالبطاريات. وفي الحال وضح له أنه نجح في تجربته إذ أخذت تظهر حول أحد القطبين حبيبات من الألمنيوم منفصلة عن باقي السائل..

وكان انفعاله عظيما.. وتأثره عميقا.. فالتقط حبيبات الألمنيوم وأخذ يجرى نحو مكتب الأستاذ "جيويت" وأخذ يصيح:

– لقد وجدتها.. أنها تؤدي الغرض.. التحليل الكهربي هو المطلوب يا أستاذ..

فصاح الأستاذ مجيبا وهو ينظر إلى حبيبات الألمنيوم متعجبا:

– في التحليل الكهربي الإجابة.. وحل المشكلة.. ولم يفكر أي كيمائي في التحليل الكهربي.. مع أنه سهل ميسور!! يحلل التيار الكهربي المركب الكيمائي الذي يكون غفل أو تربة الألمنيوم.. لأن القطب الموجب يجذب نحوه المادة المشحونة بالكهربا السالبة، في حين يجتذب القطب السالب المواد المشحونة بالكهربا الموجبة.. وهكذا يتجمع الألمنيوم النقي عند المهبط (الكاتود).. أنك يا ولدي.. قد اكتشفت اكتشافا عظيما.

وكما توقع الأستاذ "جيويت"، فإن عملية استخلاص الألمنيوم التي اكتشفها "هول" جعلته شهيرا وغنيا. ولم تكن طريقته هذه البسيطة غالية التكاليف أو بطيئة.. ومع ذلك جعلت مرسبات الألمنيوم أي تربته الغنية به، ذات قيمة استغلالية. وبذلك انخفض ثمن الألمنيوم كثيرا.. وفي سنوات قليلة أصبح ثمن الرطل منه أقل من ٢٠ سنتا، وسرعان ما أصبح واسع الانتشار يستعمل في أغراض لا حصر لها.

٤- ما بعد الماس

ربما يراودك التفكير عندما ترى الطائرات أو القاطرات أو السيارات فيما عسى أن تكون أجزاء كل منها ومن أي المواد تصنع هذه الأجزاء.. ولربما تتذكر مختلف المعادن التي تصنع منها، كما تتذكر الماكينات والأجهزة التي صنعت بها هذه الأجزاء.. ولكن قلما يتذكر واحد في الألف منا المادة التي بدونها يستحيل إنتاج هذه الطائرات والقاطرات والسيارات.. وكل شيء آخر مشابه لها، مما يحتاج إلى أجزاء دقيقة الصنع مضبوطة الازدواج والتركيب.

هذه المادة هي (الكاربورندم)، وبغير هذه المادة الجلاخة الأكالة النحارة.. التي تصنع بوساطة الكهربا، والتي تستعمل لتجليخ المعادن وتشكيلها إلى الأبعاد المضبوطة وبالسطوح الناعمة المطلوبة. يصح القول أن "ورش" الماكينات ومصانع الطائرات ومؤسسات القاطرات وغير ذلك من المصانع المختلفة.. تغلق أبوابها.. وتتوقف عن العمل.. إذ تشل الصناعة الميكانيكية إذا لم يتيسر وجود ماكينات التجليخ.

إن (الكاربورندم) أدق وأحسن مواد التجليخ قاطبة. فإن جودة أدائه تفوق كثيرا جودة أداء (الصنفرة).. لأنه أصلب منها.. والحقيقة والواقع أنه يلي المساس في شدة صلابته والماس أصلب المواد المعروفة كلها.. ويستعمل الكاربورندم في كل المنتجات الصناعية المعدنية تقريبا.. بشتى أنواعها. من أبر الفونوغراف.. وأقلام الكتابة. إلى ماكينات الحصاد والسيارات. وذلك لأنه بالكاربورندم يمكن تجليخ الصلب والحديد، والتحكم في أبعاد مصنوعاتها إلى حد بعيد، وبسرعة. ولا يمكن ذلك دون (الكاربورندم).. فالصناعة مدينة بالكثير للرجل الذي اكتشف طريقة صنعه.

* * *

كان "إدوارد أشيسون" جالسا أمام فرن كهربائي صغير ذات يوم عام ١٨٩١، في محطة توليد الكهربا بمدينة (مونونجهيلا) في بنسلفانيا.. وكان يفكر في ملاحظة كان قد سمعها من الدكتور "جورج. ك. كنج" الذي كان خبيرا من خبراء الأحجار الكريمة، ملاحظة سمعها منذ عشر سنوات وكان يعاوده التفكير فيها دائما.. إذ أنه قال "أن العالم في حاجة ملحة لمادة مجلخة، أكالة– نجارة خير مما اكتشف إلى الآن".

وكان "أشيسون" يتمنى اكتشاف هذه المادة.. فقرر أن يبدأ اليوم.. وكان يفكر:

"الماس أصلب مادة عرفها الإنسان.. لذلك لابد أن يكون الماس أحسن المواد المجلخة الأكالة.. ولكن الماس الحقيقي غال جدا ولا يمكن استعماله استعمالا عاديا في الصناعة.. ولكن ماذا لو كان ماسا صناعيا.. إذا أمكنني اكتشاف طريقة لإنتاج ماسات مصنوعة بتكاليف قليلة. فإن ذلك بلا شك سيكون خير المواد للتجليخ"..

ثم أخذ يقلب الفكر في هذا.. الماس نوع من الكربون.. إذن لنرى ما يحدث إذا أدخلنا في الكربون حرارة شديدة. وأخذ "أشيسون" يبحث في معمله عن مادة يؤدي بها تجربته. فوجد أنه يمكنه أن يستعمل مسحوق الفحم الكوك بمثابة الكربون والتيار الكهربي بمثابة الحرارة.

ثم خلط مسحوق الفحم الكوك جيدا مع قليل من الطفل ثم وضع الخليط في وعاء من الحديد، وأوصل الوعاء بأحد طرفي المولد الكهربي (الدينامو) بسلك، وأوصل الطرف الآخر بأصبع كربوني، من أصابع المصابيح القوسية وأدخل هذا الأصبع داخل الخليط. ثم أدخل تيارا كهربيا قويا خلال الخليط فيما بين أصبع الكربون والوعاء المعدني.. واستمر حتى انصهر وسط الخليط..

حيث كانت الحرارة شديدة جدا. ثم قطع "أشيسون" التيار الكهربي وأخذ ينتظر بفارغ صبر الخليط حتى يبرد.. ثم أخذ يفحصه بدقة.. ثم قال في نفسه:

" أنها ليست على ما يرام، فإني لا أرى ماسات صناعية.. لابد لي من إعادة المحاولة.. وطبيعي لا يمكن أن ينتظر النجاح من المرة الأولى.. سأحاول مرة أخرى بطريقة مخالفة..".

ثم أخذ يجذب أصبع الكربون من الخليط، ثم توقف فجأة وأخذ يحدق فيه.. لأنه رأى على طرف السلك بعض حبيبات لامعات، فالتقط واحدة من هذه الحبيبات الدقيقة بين أصابعه.. لقد كانت بلورة صغيرة جدا- بلورة جميلة زرقاء غامقة تبرق بألوان قوس قزح.

فالتقط "أشيسون" قلمه الرصاص ووضع هذه الحبيبة على طرف رصاص القلم، ثم اتجه ناحية الشباك ومر بالقلم على زجاجه فصاح "أشيسون" مبتهجا:

"هذه البلورة تخدش الزجاج كما يخدشه الماس.. لعلني بعد كل هذا صنعت نوعا من الماس.. على الأقل صنعت شيئاً تقرب صلابته من صلابة الماس".

وبيد ترتجف من الانفعال.. خلع خاتمه الماسي من أصبعه.. أنه سيتحقق سريعا.. هل حقيقة تقارب صلابة هذه المادة صلابة الماس..

وكان عليه أولا أن يجمع ما يكفي من هذه الحبيبات الغريبة ليصنع منها سطحا مجلخا.. وأخذ يجمع بعناية فائقة بعض هذه الحبيبات التي كانت لا تزال عالقة بأصبع الكربون ثم أعاد تجربته بخليط الطفل والكربون حتى اكتفى بما جمعه من هذه البلورات.

ثم ركب على مخرطة قرصا من الحديد، وكساه بطبقة من الزيت، ثم ضغط بعض هذه البلورات على هذا القرص.. ولحسن الحظ علقت هذه البلورات بسطح القرص.. وهكذا صنع قرصا للتجليخ من هذه المادة الجديدة. ثم أدار

المخروطة ووضع سطح ماسة خاتمه اللامع على هذا القرص الدوار. وبعد دقائق صاح: "أنه يؤدي الغرض،.. أنني أستطيع أن أقطع به الماس بالكيفية التي أرجوها.. لقد اكتشفت مادة مجلخة أكالة جديدة..".

ولكنه لم يهدأ حتى يستطلع رأي خبير، في مادته الجديدة، فأخذ يشتغل دون انقطاع أو ملل حتى جمع من هذه البلورات ما يكفي لملء قارورة صغيرة. ثم استقل القطار إلى نيويورك ليعرف رأي قطاعي الجواهر في هذه المادة الجديدة.

وبينما هو في القطار، تذكر أنه لم يسم هذه المادة الجديدة بالاسم المناسب الذي يصح أن يطلق عليها.. ثم هداه تفكيره إلى أن المادة مكونة من الكربون والكورندم.. وعندما وصل إلى نيويورك كان قد قرر أن يسميها (كربورندم)– ولو أنه اكتشف بعد ذلك أنها في الحقيقة (كاربيد السليكون) إلا أنه استمر على تسميتها (كربورندم).

ثم توجه "أشيسون" بقارورته الصغيرة الملأى بالمادة المجلخة لمقابلة أحد خبراء الماس الذين يقطعونه وطلب منه أن يعيد تلميع ماسة خاتمه التي كان قد أدى تجربته عليها. فأخذت الدهشة قطاع الماس من جودة وكفاية هذه المادة الجديدة في الأداء.. واشترى منه القارورة في الحال على حساب سعر الرطل منها ٨٠٠ ريال.. وهكذا بدأ تاريخ "الكربورندم" العتيد.

ومع أنه كان لا يزال في بداية الطريق وأمامه عمل كثير ليعرف كيف يستخرج (الكربورندم) بكميات مناسبة وبتكاليف قليلة، كما كان عليه أن يقنع رجال الصناعة بفائدة هذه المادة، والإمكانيات الكامنة فيها.. فإن هذه الحبيبات الدقيقة الزرقاء الداكنة التي كانت عالقة على أصبع الكربون في الوعاء الحديدي أثبتت "لإدوارد أشتسون" أنه حقق ما تمناه خلال عشر سنوات وصنع أجود أنواع المواد المجلخة في العالم.

٥- مادة لا تذوب

انتشرت اللدائن بخطوات واسعة سريعة، وشاع استعمالها حتى شملت ميادين الانتفاع بها منتجات لا عدد لها ولا حصر، إذ يصنع منها على سبيل المثال لا الحصر.. أيدي السكاكين والأزرار، وأسطوانات الحاكي (الفونوغراف)، وكرات (البلياردو)، وأمشاط الشعر وفرشاته، وصناديق الراديو وأيدي المظلات (الشمسيات)، وأقلام الكتابة وعجلات قيادة السيارات، وعازلات الكهرباء.. هذا قليل من كثير.. وتجرى اليوم تجارب ومحاولات لاستعمال هذه المادة المتينة الخفيفة في صنع هياكل الطائرات، ولا يستبعد أبدا أن نرى طائرات المستقبل مصنوعة من نوع من أنواع هذه اللدائن.

(البكاليت) أقدم ما عرف من أنواع هذه اللدائن، والغريب في تاريخ هذه المادة القيمة.. أنه عندما اكتشفت.. ظن أنها عديمة الفائدة، وقذف بها في القمامة.. لأنها كانت صلبة جدا بحيث بدا أنه لا يمكن استعمالها في شيء.. ولكن لم تلبث حتى أعاد اكتشافها رجل رأى فيها هذه الإمكانيات الواسعة.

كان "ليو بيكلاند" قد اعتزل الأعمال عام ١٩٠٧ ولو أنه كان لا يزال في مقتبل العمر.. لأنه كان قد تمكن من بيع اختراعه لأوراق التصوير الفوتوغرافي (فيلوكس) بمبلغ يكفيه للعيش الرغد باقي أيام حياته.. وعقد العزم على أني شغل وقته فيما يحب ويشتهي، وكان يهوى القيام بأبحاث في الكيمياء. وكان اهتمامه يدور حول فكرة استخلاص مادة تقوم مقام (الكافور) الذي كان قد ازداد ثمنه ازديادا فاحشا. حتى أن رجال الصناعة الذين كانوا يحتاجون إليه في صناعاتهم عجزوا عن شرائه.

وقضى أسابيع يؤدي تجاربه في معمله بمنزله في (بونكرز) محاولا إيجاد

تركيبات كيمائية مختلفة.. ولكن واحدا منها لم يبشر بأي تقدم في سبيل الاستعاضة عن الكافور. وذات يوم قرر أن يبحث الأثر الذي يمكن أن يتركه "الفورمالدهيد" على حامض "الكاربوليك".. ومن هنا بدأ تتكشف له أشياء غريبة ومسلية.. وسرعان ما نسى خطة بحثه الأصلية..

وأول ما تكشف له هو أن نتائج خلط "الفومالدهيد" بحامض الكاربوليك.. تختلف باختلاف نسبة الخليط، وخصوصا عند إضافة قليل من حامض الهيدكلوريك لإثارة التفاعل. واختلفت النتائج باختلاف أحوال التفاعل، وبزيادة الحرارة أو تقليلها، بالتقليب الكثير أو القليل.. فمثلا.. في بعض الأحيان يغلي الخليط بهدوء ثم يصير كتلة لزجة راتينجية أشبه ما تكون بالقلفونية الرخيصة وفي أحيان أخرى تنتج مادة كالملح المستعمل في الأدوية الطبية..

ولكن المفاجأة الكبرى حدثت عندما حاول أن يقوم بتجربته على نطاق واسع، واستعمال حرارة أكبر من المعتاد.. إذ أن الخليط بدأ يغلي تماما كما كان يحدث من قبل، إلا أن هذا الغليان بدلا من أن يكون هادئا.. كان عنيفا شديدا.. فصاح به مساعده "ناثينيال ثيرلو": "أنه كالبركان.. يقذف بحممه الساخنة في كل اتجاه. خذ حذرك وإلا احترقت".. فتراجع (بيكلاند) بعيدا عن هذه القذائف وقال:

– نعم.. أنها كالبركان الثائر!.. وأخذ الرجلان يراقبان هذا التفاعل مأخوذين.

وأخيرا، أزبد الخليط وخرجت رغواته من فوهة الأنبيق الزجاجي. وأخذت تسيل منه.. وشيئا فشيئاً هدأ ثورانه وأخذ يبرد. وأخذ "بيكلاند" يفحص نتيجة تجربته، فوجد مادة رمادية اللون غير منتظمة الشكل. صلبة جدا.. فقال ثيرلو متعجبا:

"هذه المادة تبدو كأنها حمم بركان بردت.. لعلك صنعت بركانا صناعيا صغيرا!"

وقضى الرجلان بقية اليوم يعملان على هذه المادة يحاولان تليينها لتشكيلها في صورة ما.. ولكن محاولتهما كانت بلا جدوى.

وأخذ بيكلاند بعد ذلك يعمل طبقا لخطة مرسومة للبحث عن وسيلة لتشكيل هذه المادة.. وكان كل يوم يعطي "ثيرلو" كشفا بأسماء كيماويات مختلفة، ليحاول تجريبها على هذه المادة، في حين كان هو يؤدي تجاربه المرة بعد الأخرى محاولا التحكم في تكوين هذه المادة العنيدة من خليط (الفورمالديهيد) وحامض الكاربوليك.. ولكن النجاح لم يكن من نصيب أحدهما.

وأخيرا قال (ثيرلو):

"هذه المادة عنيفة عنيدة.. لا تسيل ولا تذوب ولا تلين ولا تنكسر.. حتى الكهرباء لا تؤثر فيها".. فقال بيكلاند: "هذه الخواص هي بذاتها التي تجعل لها قيمة تفوق الوصف.. فلو أمكنني أن أجد وسيلة لتشكيلها في الصورة التي أريدها لاستطعت أن أصنع أدوات منها.. لا تتأثر بالحرارة ولا بالأحماض ولا بالكهربا.. تصور أنه يمكن استغلالها في آلاف الأغراض..!"

وعرف "بيكلاند" بعد ذلك أن كيماويا آخر. قد كشف عن هذه المادة.. التي تشبه حمم بركان متجمدة منذ سنوات ولكنه رماها ولم يحاول الاستفادة منها لأنه لم يتمكن من صهرها أو إسالتها أو إذابتها..

ولكن "بيكلاند" لم يقنع بذلك، وأخذ يحاول جهده وبكل الوسائل التي تخطر بباله، وبكل المذيبات المعروفة لتليين هذه المادة الجديدة.. وبعد أشهر في محاولات غير ناجحة لم يرتد عن عزمه للكشف عن وسيلة ما لاستغلال هذه المادة المتينة..

وأخيرا اتضح له أن هذه المادة لا يمكن إسالتها أو تليينها إذا ما تجمدت.. فركز تفكيره في محاولة تشكيلها في الصورة المطلوبة بضغطها في القوالب وهي لينة قبل تجمدها.

وذات يوم حاول أن يستخدم حرارة أشد من المعتاد.. واستخدام الضغط في الوقت نفسه.. فاتضح أن في هذا العمل حلا لهذه المشكلة، ووجد أنه باستعمال مكبس (هيدرولي) مائي ساخن يمكنه كبس مادته الجديدة في قوالب بأي شكل يرغب فيه.

وهكذا عندما اكتشف (ليوبيكلاند) طريقة تشكيل مادته الجديدة (البكاليت) وهذا ما أطلقه عليها، وضع أساس صناعة اللدائن العظيمة التي تلعب دورا هاما في حياتنا الحديثة.

٦- زجاج وليس بزجاج

هل سمعت مرة عن مقطبات الضوء (البولارويد).. إن لم تكن سمعت عنها شيئا إلى الآن.. فلابد أن يأتيك خبرها. يوما ما. لأن هذه المقطبات (اللبولارويد) نوع جديد من الزجاج يبدو أنه من المنتجات التي ستستخدم في أغراض كثيرة.. لأنه إذا استعمل في نظارات الوقاية من الشمس.. يمنع وهجها عن العيون، وإذا استعمل في زجاج واجهات السيارات منع وهج أنوار السيارات المقابلة عن السائق.. وفي عدسات الميكروسكوبات (المجهرات) والتلسكوبات (المنظارات) ويكشف عن أشياء لا تراها العين بالعدسات العادية وآلات التصوير (الكاميرات) المجهزة بمقطبات الضوء (البولارويد) يمكن التصوير بها تحت الماء.. وفي أعماق البحار ولا شك أن هذا الزجاج الجديد سيلعب دورا هاما في حياتنا المستقبلية، مع أن هذه المقطبات (البولارويد) ليست في الحقيقة زجاج ألبتة.

كان معمل الفيزياء بجامعة (هارفارد) مكان "إدوارد. هـ. لاند" المفضل، وكان "جورج هويلرايت" الثالث معلم الفيزياء مغرما بالحديث عن مقطبات الضوء (البولارويد) كما كان "لاند" كذلك مغرما بهذا الحديث..و كان كلاهما يعلم أن الضوء لا يسير في موجات جيئة وذهابا في خط طولي فحسب، بل إن فيه أيضا بعض الموجات المستعرضة التي تتذبذب في مستوى عمودي على اتجاه الأمواج الأولى وهذه تسبب الوهج المشاهد في كثير من الأحيان وعندما تستقطب موجات الضوء هذه– أي تمشط– يختفي الوهج.. وذات مرة قال "لاند" لمعلمه:

– عندما كنت صبيا.. صنعت مقطبا للضوء.. وأدى هذا المقطب عمله جيدا

إلا أنه لم يكن في نظري تاما بأي حال.

– أظن أنه بمكنتي صنع مقطب أحسن من ذاك.. كم أود أن تتاح لي الفرصة لذلك.. فقال "هوبلرايت":

– أني أحب أن أراك تقوم بهذه المحاولة.. ولكن المشكلة هي أن المقطب يجب أن يكون رخيص التكاليف بسيطا، يمكن استعماله بسهولة.. حتى تكون له فائدة تجارية.. وطبعا لا فائدة البتة من العمل في اختراع كهذا إلا إذا كان من الممكن استغلاله تجاريا.. وتوجد الآن عدة مقطبات ضوئية حق اختراعها مسجل.. غير أنه يضعف استعمالها استعمالا مرضيا في الصناعة..

وفي عام ١٩٢٩، بعد أحاديث عديدة في هذا الشأن مع "هويلرايت" ترك "لاند" الكلية وأخذ يشتغل في حل مشكلة استقطاب الضوء وكان اهتمام "هويلرايت" عظيما بعمل "لاند" حتى أنه عرض عليه تكميل تجاربه وأبحاثه في استقطاب الضوء.

وهكذا بدأ "لاند" يعمل بلا كلل وباهتمام زائد لابتكار وسيلة لإنتاج ضوء بلا وهج.. وقضى سنوات عديدة يعمل سرا، مع "هوبلرايت" الذي كان يشجعه وينصح له. وأخيرا في عام ١٩٣٢ نجح في صنع مادة تؤدي غرضه بالضبط.. وذلك بمعالجة (سلفيت الكينين باليود).. حتى أنتج بلورات دقيقة صغيرة دفنها في رقيقة (فلم) شفافة من اللدائن.. ثم وضع هذه الرقيقة (الفلم) بين شريحتين من الزجاج الرقيق وسمى هذه المادة الجديدة (البولارويد) أو المقطب.. وطبيعي أنه يقطب أو يستقطب أمواج الضوء. أي بوجهها جهة معينة. إذ أن هذه البلورات الدقيقة– ألف بليون منها في البوصة المربعة– مرتبة ترتيبا متوازيا في اتجاه واحد فإذا مرت الأمواج الضوئية خلال المقطب الضوئي..

تمشط وتسوي.. كأنها مرت خلال شقوق دقيقة.. ترتبها كأنها شرائط رقيقة متجاورة.. فلا تتمكن هذه الأمواج من التبعثر بل تسير متوازية مستقيمة في اتجاه واحد..

وعندما تحقق لديهما أن في إمكانهما إنتاج هذه المادة بالكيمياء المطلوبة (بطريقة عملية تجارية) أنشأ فيما بينهما مصنعا لصنعها، ولو أن العمل في معملهما كان لا يزال أهم في نظرهما من أي شيء آخر..

وكان أول عميل لهما.. شركة "ايستمان كوداك"– لأن هذه الشركة كانت ترغب في استعمال هذا المقطب (البولارويد) في المرشحات الضوئية الفوتوغرافية.. وبمثل هذا العميل القوي الذي له نفوذ واسع، وضع المقطب (البولارويد) في بداية طريق النجاح التجاري، ومن ثم استمرت هذه الصناعة في نمو مطرد.

وخلال سنوات الحرب، عندما كانت القوات التحاربة في المناطق الحارة في حاجة ماسة للكينين وتعذر على "لاند" إيجاد الكميات اللازمة له لصنع سلفات الكينين أخذ "لاند" يقوم بأبحاث للاستعاضة عن الكينين بمادة أخرى.. وفعلا كشف عن مادة أخرى استطاع بها صنع مقطبات ضوئية.. أجود وأكمل من المصنوعة من الكينين.

٧- ماكينة تسير

لا يتذكر أهالي هذا العصر، وقتا في حياتهم ليس فيه قطارات السكك الحديدية.. إذ تحمل القطارات الركاب والبضائع من أقاصي البلاد إلى أقاصيها في وقت قصير.. كما تحمل بضائع ثقيلة جدا في منحدرات ومرتفعات جبلية كبيرة.. وتنقل الفحم من مناجمه والأخشاب من مناشرها.. كما تنقل القطارات المجهزة بعربات بها ماكينات للتبريد الفواكه والخضروات واللحوم الطازجة لسكان البلاد في أنحائها المختلفة.. لهذا لا يمكن مطلقا تصور البلاد دون قطارات السكك الحديدية.

هذا مع أن فكرة قاطرة بخارية تجر وراءها عربات كانت تبدو لأهل العصر الماضي فكرة خيالية مستحيلة.. هذا زيادة عن أنهم كانوا يعتقدون أن قاطرة كهذه لابد أن تكون خطرة ومخيفة.. فالغلاية ربما تنفجر وتقتل كل الركاب والشرر المتطاير من مدخنة القاطرة ربما يشعل المنازل المتاخمة للخط الحديدي.. والدخان يقتل الطيور والحيوانات والنباتات.

كانت القاطرة في نظرهم خطرا مستطيرا بلا شك.. يجب ألا يسمح به بتاتا.. ولكن "جورج ستيفنسون" لم يكن من هذا الرأي.. وكان يعتقد أن السفر بالسكك الحديدية يمكن أن يكون مريحا، مأمونا، اقتصاديا وأخيرا أقنع غيره بذلك. وكان قد أنشئ خلال الأعوام القليلة التي تلت سنة ١٨٢٠ خط حديدي بانجلترا بين ليفربول ومانشستر.. ولم يكن يقصد منه أن يكون خطا حديديا بالمعنى المعروف لنا الآن.. لأن القاطرات البخارية لم تكن معروفة حينئذ، إنما كان الخط الحديدي عبارة عن سكة حديدية تجري عليها عربات تجرها الخيول. فإذا وصلت العربات إلى مرتفع جبلي، حلت الخيول عنها،

وأوصلت بمحركات ثابتة في أعلى المرتفع، فتجرها بالحبال. وكان الناس يعترضون على هذه الخيل الحديدية التي ترغي وتزبد وتدخن بشرر يتطاير. هذه القاطرات الخطرة لا يصح أن تجر وراءها العربات. وكانت الفكرة في حد ذاتها تبدو جنونية.

ولكن "جورج ستيفنسون" وحده، كان يدافع عن هذه القاطرات البخارية.. فأنشأ سككا حديدية عند مناجم الفحم، بقاطرات يمكنها أن تسير بسرعة ١٥ كيلو متر في الساعة على الخطوط الحديدية المستوية وبأربعة كيلو مترات في الساعة عندما تجر وراءها أحمالا ثقيلة وهي تصعد مرتفعات جبلية.. وكان على يقين من أن القاطرات البخارية كانت خير الوسائل لنقل البضائع والركاب.. كما أنه كان يود من صميم فؤاده أن يحاول ذلك على خط حديدي طويل جديد كان موجودا فعلا كان ستيفنسون يعمل فيه كبيرا للمهندسين، ولكن أصحاب وممولي هذا الخط الحديدي لم يقبلوا استخدام هذه القاطرات البخارية على خطهم. وكان من رأيهم أن القاطرات البخارية غالية التكاليف. فهي تحرق فحما كثيرا، ولا تسير بسرعة أكبر من سرعة الخيل.. هذا زيادة على أن في بعض نقط هذا الخط الحديدي مرتفعات لا تستطيع هذه القاطرات الصعود عليها ويتحتم أن تستعمل لجرها محركات بخارية ثابتة كالمستعملة فعلا..

ولكن "ستيفنسون" لم ينقطع عن الحديث عن الفوائد والمزايا العظيمة التي في استعمال القاطرات البخارية.. وكان يقول أنه من الممكن جعل الانتقال بالسكك الحديدية مأمونا، سريعا، يعتمد عليه وقضى أغلب الوقت الذي كان الطريق الحديدي ينشأ فيه بوضع أساس الطريق ومد القضبان الحديدية وغير ذلك.. يلح في إقناع الناس بفوائد ومزايا القاطرات البخارية. وأنها أفضل بكثير من العربات التي تجرها الخيول.

وأخيرا، اقتنع المدير العام للشركة برأي ستيفنسون، ووافق على إتاحة الفرصة لتجربة هذه القاطرات البخارية.. وقرر أن يعقد مسابقة يستطيع أي إنسان يرغب في عرض قاطرة بخارية أن يدخل فيها فإذا استوفت قاطرة من هذه القاطرات التي أدخلت المسابقة الشروط الموضوعة تنال جائزة وتستخدم على الخط الحديدي الجديد.

وعلى ذلك، حدد يوم لهذه المسابقة، وحددت جائزة مقدارها ألفان من الدولارات، لأحسن قاطرة يمكنها جر ستة أطنان على الخط الحديدي الجديد بسرعة ٢٠ كم في الساعة أو عشرين طنا بسرعة ١٠ كم في الساعة. على ألا يزيد ضغط البخار في مرجل القاطرة عن ٥٠ رطلا على البوصة المربعة.. وكانت هذه الشروط أهم شروط المسابقة.

وبدأ "ستيفنسون" في صنع قاطرة تستوفي هذه الشروط، واتبع نفس الطريقة التي اتبعها في محركاته السابقة، إذ أوصل القدرة المولدة من المحرك إلى عجلات الجر الرئيسية مباشرة عن طريق عجلات مسننة. ثم استخدم البخار المنصرف العادم لدفع الهواء اللازم لاحتراق الوقود، وكان قد عرف أن هذه الطريقة تزيد في سرعة القاطرة.. لأنه بتيار الهواء المندفع هكذا أمكنه أن يحتفظ بنار دائمة حامية تحت الغلاية التي تولد البخار.

ولكنه ليستوفي ما في شروط المسابقة، كان عليه أن يستعمل مسطح تسخين كبير، ولذلك صنع غلاية بها خمس وعشرون ماسورة من النحاس الأحمر قطر كل منها ثلاث بوصات.. وكانت مياه الغلاية تحيط بهذه المواسير من الخارج ولكن الغازات الساخنة الناتجة من احتراق الوقوف كانت تمر فيها في طريقها إلى المدخنة. وبهذه الطريقة أمكنه أن يزيد كثيرا من سطح التسخين في غلايته وأمكنه أن يحتفظ بضغط البخار بسهولة.

وعقدت المسابقة في "رينهل" في ٧ أكتوبر عام ١٨٢٩. وحضرها آلاف من الناس، ولم يقتصر الحضور على مديري الخط الحديدي ورجال وأهالي المناطق المجاورة، بل تعداه إلى غيرهم من البلاد الأخرى في العالم ممن كانوا يهتمون بالقاطرات البخارية والنقل بها على السكك الحديدية.

دخلت المسابقة أربع قاطرات، وهي (النوفلتي) ورسم خطتها "اركسون"، و"السانباريل) ورسم خطتها "هاكورث"، و(البرسيفيرنس) لـ "بيرستول"، و(الروكيت) وصنعها "جورج ستيفنسون". وقبل حضور الحكام، انفجر المنفاخ الذي كان يستعمل لإشعال نار (النوفلتي) ولم تتمكن من دخول المسابقة.. كما أن غلاية (السانباريل) أخذ يتسرب ما فيها. فقرر الحكام تأجيل المسابقة لليوم التالي. وكان أسف الجمهور عظيما لهذا التأخير، بعد أن تجشم أغلبهم مشاق سفر طويل لرؤية المسابقة المثيرة، ولكن هذا الأمل لم يتحقق.. فقال "ستيفنسون" لابنه "روبرت":

– هذا مما يؤسف له فقد تجشم الناس كل هذه المشقة بلا جدوى.. ما رأيك في دعوتهم لتجربة قاطرتنا؟..

وفي الحال شبكت "الروكيت" في عربة ركبها ثلاثون راكبا.. وسارت (الروكيت) قاطرة ستيفنسون بركابها بسرعة تروح بين خمسة وعشرين وثلاثين ميلا في الساعة، بين إعجاب ودهشة هؤلاء الركاب.. لأنهم لم يقطعوا في أي وقت من أوقات حياتهم أي مسافة بهذه السرعة العظيمة!!

وفي اليوم التالي، أجريت المسابقة أمام جمهور عظيم من النظارة الذين أخذوا يراقبون المسابقة باهتمام، وكان السباق مثيرا للغاية ولكن (البرسفيرنس) لم تقو على السير بسرعة أكثر من أربعة أو خمسة أميال في الساعة، فأخرجت من المسابقة. أما (السانباريل) فقد وصلت سرعتها إلى ١٤ ميلا في الساعة

ولكن مضخاتها تعطلت فتوقفت. أما (النوفلتي) فسارت خمسة وعشرين ميلا في الساعة ولكن لم تلبث أن تعطلت هي الأخرى. ولكن قاطرة جورج ستيفنسون قامت بقطع المسافة المشروطة دون عطل بمعدل ١٥ ميلا في الساعة وكانت سرعتها تصل في كثير من الأحيان إلى ٢٩ ميلا في الساعة وبذلك استوفت شروط المسابقة كلها ونالت الجائزة.

وهكذا أثبت ستيفنسون أن إيمانه بالقاطرة البخارية كان له ما يبرره.. وعاش "ستيفنسون" بعد ذلك حتى رأى القاطرات البخارية تجري على السكك الحديدية في طول انجلترا وعرضها.

٨- غرف نوم على عجلات

إذا سافرت على قطار من قطر السكك الحديدية الحديثة، وكان الوقت ليلا.. ورغبت أن تقضي ليلتك في عربة النوم أو (البولمان) فستنعم عندئذ بسفر مريح، فالقطار يجري منزلقا دون اهتزاز أو أرجحة، ولو أنه يقطع الميل فيما يقل كثيرا عن الدقيقة الواحدة.. فإذا أردت السير في طرقات عربات النوم سرت كأنك تسير بمنزلك، وإذا أردت الكتابة أو القراءة أو حتى شرب الحساء في عربات الأكل. فعلت ذلك دون تعب أو اهتزاز.. لأن قطارات هذه الأيام تجري بسرعة ولكنه تنساب كأنها النسيم.

وعندما يجئ وقت النوم!.. تخلع ملابسك وتلبس قميص نومك كأنك في بيتك تماما، وإذا اغتسلت، ففي حمام صغير أنيق نظيف بمياه ساخنة أو باردة حسب رغبتك، مستعملا مناشف نظيفة جميلة.. وإذا استلقيت في الفراش، فهو لين ناعم وثير بين بياضات ناصعة البياض، في غرفة نوم خاصة بك، صغيرة أنيقة.. فتستغرق في نوم هانئ مريح. وفي الصباح تستفيق من نومك، نشيطا سعيدا لتستقبل يوما آخر جميلا في هذا القطار المريح..

ومنذ أعوام، كان الأمر غير هذا، فإن رغبتك في النوم حينئذ في قطر السكك الحديدية ما كانت لتزيد عن رغبة "جورج بولمان" وكان "جورج بولمان" مقاولا شابا، يضطره عمله في أغلب الأوقات إلى السفر في قطارات السكك الحديدية.. وكان يعرف المشقة التي يعانيها المسافرون حينئذ، فلقد كانت للقاطرات ضجة مروعة، والخطوط الحديدية ملأى بالمطبات، والمركبات يصفر الهواء بين ألواحها، والمقاعد صلبة مقلقة، أما عن مضاجع النوم فحدث عن متاعبها ولا حرج.

وذات يوم من أيام عام ١٩٠٥، نظر "جورج بولمان" من نافذة القطار الذي كان يستقله فرأى صديقا يهم بصعود القطار فقال له:

– اد.. يا اد.. تعال واجلس بجانبي.

فاتجه صديقه هذا نحوه، يقرقع بأقدامه على طرقة العربة، وقال:

– هالو.. "جورج".. ما وجهتك في سفرك هذا؟

وهنا قامت القاطرة مرة واحدة بقفزة هزت العربات والركاب هزة عنيفة.. وسرعان ما سار القطار يقعقع ويطقطق في طريقه بسرعة عظيمة مخيفة كانت تبلغ أربعون ميلا في الساعة حينذاك! واضطر "جورج" إلى الصراخ بأعلى صوته حتى يفوق ضجيج القاطرة ليسمعه صديقه:

– أني في طريقي إلى بافالو ثانية.

فصاح "اد" مجيبا: انك تسافر كثيرا هذه الأيام.

فضحك جورج وقال:

– أكثر من الكثير.. أن في السفر على قطارات السكك الحديدية مشقة لا سرور فيها.. فالسفر أثناء النهار فيه ما فيه من ضجة وهز.. ولكن السفر ليلا.. متعب إلى ما فوق الوصف.. الليالي على القطارات أمر فظيع يا اد..

فسأله صديقه:

– ولم ذلك؟

فأجابه بولمان:

– ألم تقض ليلة قبل الآن في القطارات؟..

فأجابه "اد" بالنفي:

– أني لا أسافر كثيرا على القطارات ليلا.. وسأقضي هذه الليلة على القطار لأول مرة.. فضحك "جورج بولمان" وقال..

– لن أخبرك إذن بشيء.. فسترى بنفسك..

وبعد ساعات قليلة.. قال بولمان.. "استعد للنوم الآن".. فتثاءب "اد" وقال: "أني متعب وسوف استغرق في النوم بمجرد أن استلقي على السرير".

فقام الشابان وتركا مقعديهما غير المريحين.. وأخذا يستندان على مساند المقاعد حتى لا يقعا من اهتزاز المركبة في أثناء سيرها.. واتجها ببطء نحو عربة النوم.. وقال جورج: "انظر يا "اد".. هذا سريرك.. ما رأيك فيه؟".. وعندما التفت "اد" إلى السرير تبدد أمله في نومة مريحة عميقة.. إذ كان أمامه صف من المضاجع الخشبية، ممتدة على طول جانب المركبة.. دون بياضات أو وسائد أو أغطية.. أو غير ذلك.. فالتفت "اد" إلى جورج الذي كان ينظر إليه وهو يبتسم.. وقال:

– بدأت أفهم.. لماذا قلت لي أن الليالي على القطارات مرعبة.. كيف يمكن أن نحتفظ بحرارة أجسامنا أثناء النوم.. فأجاب جورج: يمكننا أخذ بعض البطاطين من هذه الخزانة هناك.. إذا وجدت بينها ما يصلح للاستعمال.

وقاده بولمان إلى خزانة صغيرة في نهاية المركبة.. وفتح الخزانة ومن بين كومة من البطاطين القذرة الممزقة اختارا أحسنها.. فقال "اد" متضجرا:

– ألا يغسلون هذه البطاطين أبدا؟

فأجابه "جورج" متنهدا"

- أني أشك في ذلك.. أنني لم أعثر ولو مرة واحدة خلال أسفاري الطويلة الكثيرة على بطانية نظيفة واحدة.. ومع هذا، فإنهم لم يمدوا المسافرين بلوازم المضاجع أبدا.. ولقد كنا قبل ذلك نفترش ونغطي أنفسنا بملابسنا وأرديتنا. ثم اتجها نحو المضاجع بهذه الفرش الرطبة العطنة. واستلقيا على مضجعهما منكمشين محاولين النوم، في حين كان القطار يسير مهتزا مقعقعا خلال الليل البهيم.

وعندما لاح الصباح.. قام "بولمان" من مضجعه وعظامه كأنها متجمدة.. فرأى "اد" جالسا على مضجعه يتميز غيظا وقال "اد":

- ما أفظعها من ليلة.. أني أكثر تعبا مني عندما دخلت هذا المضجع..

فقال "جورج" متضجرا:

- لا أرى كيف يسمون هذه العربة.. غرفة النوم.. إذ لا يستطيع أي شخص أن ينام فيها.. فإذا تناسيا الاهتزاز والقعقعة فلن تتركك هذه المقاعد القاسية الصلبة تنام، إذ لا تنفك تؤلمك بلطمك وهزك..

ثم أخذ الشابان، يجرجران أقدامهما ويفتحان عيونا أثقل جفونهما السهر متجهين إلى حوض الاغتسال المصنوع من الصفيح وكان قد سبقهما كثيرون.. فاضطرا للانتظار في صف طويل وأخذ "اد" يراقب المياه تتناقص كلما اغتسل واحد من الركاب.. فقال لصاحبه:

- ماذا نفعل لو فرغت مياه هذا الإبريق عندما يأتي دورنا؟

فأجابه "بولمان" ببساطة:

– لا نغتسل.. فلن نستطيع الحصول على مياه قبل أن يقف القطار..

ثم أشار إلى المنشفة الوحيدة المعلقة. والتي استعملها كل الركاب من قبل.. وقال: "يبدو أنه لن تبقى على هذه المنشقة بقعة نظيفة عندما يصل الدر إلينا" فقال "اد":

– أنني تحققت الآن مما قلته لي البارحة من أن النهار على القطار مشقة، ولكن الليل عذاب مقيم.

فعبس "بولمان" وقال بحزم:

"أني أقول لك الآن "يا ادم".. يوما ما سأبني عربات للنوم يستطيع المسافرون فيها النوم ملء جفونهم، بها مضاجع مريحة بحشيات لينة وبياضات نظيفة ووسائد ناعمة.. وكل مضجع سيكون مستورا بستار حتى يتمكن الناس من تغيير ملابسهم والنوم كأنهم في بيوتهم.. نعم.. يوما ما سأبني غرف نوم حقيقية على عجلات.. وتأكيدي على هذا الأمر كتأكدي من أن اسمي (جورج بولمان)..

وبعد أعوام من هذا الحديث، كما يعلم كل من استقل قطارا وقضى ليلة في عربة النوم أن "بولمان" نفذ وعده هذا.. وكانت أولى عرباته عربات ركاب قديمة أعاد تنسيقها، وجعل بها نوعين من المضاجع، مضاجع عليا وأخرى سفلى وكانت المقاعد السفلى تحول إلى مقاعد نهارا، وأما العليا فقد كانت معلقة في السقف بحبال وبكرات.

ولكن لم يرض هذا "بولمان".. فلقد كان في خاطره أن تكون هذه العربات مؤثثة ومفروشة فرشا أنيقا جميلا كأحسن ما يمكن مما في غرف النوم الحقيقية. وفي بادئ الأمر اعترض رجال السكك الحديدية على ذلك. بحجة أن هذا

سيكون غالي التكاليف.. ولكن "بولمان" أخذ يحاجهم بأن ما يصرف في هذا السبيل لن يضيع هباء، ثم أخذ يبني عربات جديدة، رسمت خطة صنعها طبقا لآرائه هذه.. تكون أوسع وذات نوافذ زجاجية كبيرة مؤثثة بمفروشات جميلة.. وبها طنافس وسجاجيد غالية ودورات مياه كاملة أنيقة.. فكانت عربات النوم الجديدة.. مريحة جميلة إلى حد جعل كل الناس يرغبون في استعمالها.. وكان الناس يتضجرون وينصرفون غير راضين إذا ما حدث وبيعت كل الأماكن في هذه العربات.. اضطروا لركوب العربات العادية بسعرها المنخفض طبعا..

وسرعان ما تحقق رجال السكك الحديدية من أن "بولمان" كان محقا عندما قال أن ما يصرف على هذه العربات الجديدة لن يضيع.. لأنهم اكتشفوا أن الناس كانوا على استعداد لدفع الثمن المطلوب للسفر في غرف نوم بولمان.. عربات نوم على عجلات.

٩- قف

إذا ضغط سائق القطار على جهاز التوقيف (الفرامل) ووقف القطار فجأة، بعد أن كان في سيره مسرعا.. لا تشعر إلا ومقعدك يهتز بك هزة عنيفة، بعد أن كنت تجلس مطمئنا، وعندئذ ستجد أن جميع عربات القطار قد توقفت كلها..

ولعلك عندئذ تعجب وتتساءل لماذا وقف السائق القطار.. وحينئذ يقال أن بالطريق قنطرة غير صالحة للمرور أو أن قطارا آخر أمامه، أو أن هناك شيئا على الخط الحديدي.. ومهما كان السبب. فلابد أن السائق رأى أمامه خطرا يسوغ وقف القطار، وهو بهذا أنقذك وباقي الركاب من ضرر كاد يصيبكم.

كانت حوادث القطارات كثيرة جدا.. في الماضي، وكان من المعتاد حدوثها على العكس في هذه الأيام.. مع أن سرعة القطارات حينئذ كانت تقل عن نصف سرعة القطارات الآن.. غير أن أجهزة وقف القطارات في الماضي كانت تعجز عن وقفها في الوقت المناسب.

وأخيرا عزم شاب على إيجاد طريقة لوقف القطارات بأجهزة، تعمل على توقيف القطار بعرباته كلها دفعة واحدة.. وبذلك يتمكن السائق من وقف القطار في التو واللحظة إذا أراد.. ثم بدأ يعمل لإيجاد هذا الجهاز.

بينما كان "جورج وستنجهاوس" مستقلا قطارا، عائدا من سفر كان يؤدي فيه عملا.. إذ توقف قطاره فجأة.. فخرج منه ليرى سبب ذلك.. فرأى على الخط الحديدي.. أمام القطار بمسافة.. حطام قطارين متصادمين سدا الطريق على قطاره، وكان لابد أن ينتظر حتى يرفع الحطام عن الخط..

فسار "جورج" إلى مكان الحادث، حيث جمع من الناس يشاهدون

الحطام.. وسأل شخصا من الواقفين.. "كيف حدث هذا التصادم؟ لابد أن هذا إهمال من السائقين إذ كيف يتصادم قطاراهما على خط حديدي مستقيم طويل كهذا".

فهز الرجل رأسه بالنفي وقال: "لا.. ليس إهمالا من السائقين.. أن السبب هو أجهزة التوقيف (الفرامل).. لقد شاهدت التصادم.. لقد رأى من السائقين الآخر، وكلاهما حاول وقف قطاره، ولكن الأجهزة لم تعمل في الوقت المناسب..".

فسأله "وستنجهاوس": "هل كان بهذه الأجهزة عطب؟" فأجاب الآخر: "لا عطب فيها.. ولكنها بطيئة الاستعمال، لأنه كان على السائق أن ينبه عامل التوقيف (الفرملجي).. لأن السائق هو الذي يرى الخطر عادة.. والعامل هو الذي يقف القطار من آخر عربة فيه"..

وبينما "وستنجهاوس" في طريقه إلى منزله أخذ يدرس هذه المشكلة وقرر في نفسه أن يخترع وسيلة أكيدة لوقف القطارات حتى يؤمن السفر عليها..

ولكنه وجد أن ما يصمم الإنسان عليه شيء وما ينفذه ويعمله شيء آخر.. فما هي هذه القوة التي تمتد على طول القطار بأكمله ثم تقف كل عجلات القطار دفعة واحدة.. فالبخار لا يفيد.. إذ أنه يتكثف سريعا ويتحول إلى ماء في الطقس البارد.. والسلاسل على طول الطريق بأكمله لا تجدي فتيلا لطولها وثقلها. لا يوجد شيء من المستعمل في أجهزة الوقف يصلح لهذا الغرض. فلابد له أن يرسم خطة لطريقة جديدة مختلفة لتؤدي هذا الغرض.. وعليه أن يجد قدرة من نوع آخر..

وذات يوم كان جالسا أمام مكتبه بمصنع أبيه، يكتب ملاحظاته ومذكراته

على أنواع القوى والقدرات والوسائل المتيسرة لوقف القطارات.. وأخذ يحصيها واحدة واحدة، البخار.. الماء.. الغاز.. الهواء.. ثم فتح الباب فجأة ودخل شخص عليه في مكتبه. فصاح جورج، دون أن يرفع ناظره، عن الورق الذي أمامه أني مشغول الآن.. ولا وقت عندي لكائن من كان.

فرد عليه صوت نسائي ناعم بخشوع وأدب:

"أني آسفة أشد الأسف لإزعاجك.. فلقد أردت أن أعرف.. هل تود الاشتراك في هذه المجلة الجديدة؟"

ومدت يدها بنسخة من مجلة (لفنج أيدج) لمحررها "ليتل" فأجابها "وستنجهاوس" وهو يرفع ناظره عن عمله:

– لا.. ليس لدي وقت للقراءة.. لأني أحاول اختراعا هاما.. ليس عندي أي وقت للمجلات.

فارتدت الفتاة راجعة. ورأى جورج علامات خيبة الأمل على وجهها. فوضع قلمه وأخرج كيس نقوده وقال: "سأشترك في مجلتك.. دعيني أطلع عليها" وأخذ جورج المجلة، وأخذ يقلب صفحاتها.. وفجأة توقف إذ رأى مقالة استرعت انتباهه.. الهواء المضغوط واستعماله لنقب نفق خلال جبال الألب".

فصاح "جورج وستنجهاوس":

– الهواء.. الهواء المضغوط.. هذا أمر لم أفكر فيه قط ولم يخطر على بالي. أنه يصلح لتشغيل أجهزة التوقيف.. وهو الشيء الوحيد الذي يمكن استخدامه.. إذ من المستطاع إرساله في مواسير مسافة آلاف الأقدام خلال الجبال.. ويبقى محتفظا بقدرته، فيشعل آلات الثقب.. ويثقب الحجر.. إذن لا مانع من إرساله على طول قطار السكك الحديدية..

وسيحتفظ بقدرته، فيعمل على تحريك أجهزة التوقيف (الفرامل) في كل عربة على حدة.. جهاز هوائي (فرملة هواء).. هذا ما سأعمله..

وهكذا كان.. إذ وضع في القاطرة خزانا للهواء المضغوط ومحركا بخاريا تدير ماكينة كبس للهواء يملأ بها الخزان.. وفي مكان السائق وضع صماما بثلاثة فروع يتصل.. بماسورة على طول القطار تحمل الهواء.. موصلة بين العربات بخرطوم بوصلة خاصة.. وركب في كل عربة أسطوانة توقيف (فرملة).. فيدخل السائق الهواء بصمامه السابق الذكر.. فيدفع الهواء المضغوط فيها ويضغط على مكبس كل أسطوانة بكل عربة وهذا بدوره يتحرك ويدفع أجهزة إيقاف العجل في كل عربة. وعندما يريد السائق أن يطلق القطار. يخرج الهواء من هذه الماسورة، وبالتالي من كل الأسطوانات التي بكل عربة.

وكانت هذه الأجهزة الهوائية (فرامل الهواء المضغوط) ناجحة وتؤدي الغرض تماما عندما جربت لأول مرة. ولكن "وستنجهاوس" رأى أنها لا تزال في حاجة إلى تحسينات كثيرة.. فوضع خزانا من الهواء في كل عربة على حدة. وغير الخطة كلها بحيث.. إذا انخفض الضغط فجأة في خط الهواء.. وهذا يحدث أحيانا، وخصوصا إذا تعطل أي جزء من أجزاء المجموعة، تضغط أجهزة الإيقاف "الفرامل" تلقائيا.. وبذلك إذا حدث أي عطب في مجموعة جهاز الإيقاف كله وقف القطار فجأة قبل حدوث أي حادث.

وسرعان ما استعملت أجهزة التوقيف هذه (الفرامل الهوائية) في كل القطارات.. وبذلك صار السفر بالقطارات مأمونا حتى في سرعات تفوق بكثير سرعات القطارات في تلك الأيام والفضل كل الفضل لأجهزة التوقيف الهوائية (فرامل الهواء المضغوط).

١٠- محرك بلا شموع احتراق

المحرك البخاري، والمحرك البترولي والمحرك الكهربي، كلها محركات ذات أهمية قصوى لوسائل الانتقال والنقل. وهناك محرك آخر يتزايد استعماله تزايدا مضطردا بمرور الوقت.. وهو محرك "ديزل".. وتتحرك القطارات العظيمة عبر القارات، بمحركات ديزل التي تدور، فتدور معها مولدات الكهربا، وهذه تمد محركات الكهربا بالتيار الكهربي اللازم لتحريك عجلات قاطراتها.

كما تستخدم الغواصات مجموعة من محركات ديزل والمحركات الكهربية، وكذلك تستخدم سيارات النقل العظيمة والجرارات الكبيرة وبواخر المحيط.. محركات ديزل.. لكفايتها في الأداء ورخص تكاليف إدارتها لتوليد القدرات العظيمة.

ومثلها مثل جميع الاختراعات الأخرى.. توالت عليها التحسينات حتى تغيرت صورتها خلال السنوات القليلة الماضية.. فلو قدر لمخترعها، الذي مات، أن يرى محركا حديثا من محركاته.. لوجد صعوبة في التعرف عليه.. غير أنه لا مناص من أن يسند دائما فضل الاختراع إلى صاحب القاعدة الأصلية التي بنيت عليها.. وهو هنا "رودلف ديزل".

حدث شيئان "لرودلف ديزل" غيرا مجرى حياته كلها.. شيء رآه وشيء سمعه، وكان ذلك أثناء دراسته في (المعهد الفني بميونخ) أما ما سمعه "يزل" فقد كان محاضرة للأستاذ الدكتور "فون لندن" أحد معلميه، بين فيها أن أكفأ أنواع المحركات البخارية، في ذاك الوقت، يضيع ٩٠% من طاقة الفحم المستعمل.. تسعين في المائة!! هذه المعلومات.. جعلت "رودلف ديزل" يفكر في إمكان صنع محرك يستعمل كل طاقة الوقود أو على الأقل أغلبها.

وأما ما رآه فهو (ولاعة سجاير) وكان لهذه القداحة أسطوانة بها مكبس ينطلق في داخلها فيضغط ما فيها من هواء فيسخن الهواء بالضغط ويشعل وقودا ما. إذ يسخن الهواء كثيرا عند ضغطه.. وكلما زاد ضغطه ارتفعت درجة حرارته.. فأخذ "ديزل" يفكر.. "ربما أمكن استغلال هذه القاعدة في تركيب محرك ذي كفاية عالية.. ربما.. ربما تحقق ذلك يوما ما..".

وحدث أن اشتغل "رودلف ديزل" في المعهد الفني بميونخ مساعدا للأستاذ "فون لندن".. وكان الأستاذ يشتغل في تطوير ماكينات التبريد وإنتاج الثلج. وساعد هذا العمل- في ماكينات التبريد- "ديزل" على زيادة اهتمامه بالديناميكا الحرارية (ثرمو ديناميك)، أو علم ميكانيكية الحرارة.. وأثناء دراسته للمحركات الحرارية، شغلت ذهنه وتفكيره فكرة واحدة.. فكرة صنع محرك مخالف تمام الاختلاف للمحركات المعروفة حتى الآن.. محرك رخيص بسيط، مأمون.. يكون أكفأ من أي محرك معروف في ذلك الوقت.

وكان بطبيعة الحال على علم تام بالمحركات البخارية، التي كانت جودتها وكفايتها لا تتجاوز ١٠% تبعا لما علمه "فون لندن". وكان يعرف أن "ماكينات الاحتراق الداخلي" (المحتدمات) أو (المحركات البترولية) أحسن قليلا.. ولكن تشغيلها كان غالي التكاليف، وكانت فوق ذلك معقدة التركيب تحتاج في إدارتها إلى خلاط للوقود والهواء (كاربيريتور) ومجموعة للإشعال. كما كانت خطرة في الاستعمال لسهولة انفجار البترول.

وفكر "ديزل" في هذا المحرك سنوات، وفي أنواع الوقود التي يستطيع أن يستخدمها بحيث تكون رخيصة مأمونة، مضمونة المفعول وفي الوسيلة التي يمكنه بها استخدام هذه الأنواع. ثم عقد العزم على استخدام زيت البترول في أي محرك من المحركات التي تحرق الوقود داخليا.. وكان يقصد أن يدخل في المحرك

زيت البترول مختلطا مع الهواء بدلا من البنزين مختلطا مع الهواء وكان على يقين من أن محركا كهذا مؤكد النجاح.

وبعد تجارب عديدة، وقبل أن يصنع محركا واحدا منها. كتب "ديزل" مقالا يوضح فيه فكرته تحت عنوان "نظرية محرك حراري رشيد وطريقة إنشائه". وعندما نشرت هذه المقالة عام ١٨٩٣، لفتت نظر الكثيرين واهتمامهم، غير أن أغلبهم كان من الناقدين وقليل منهم من فهم الفكرة الصحيحة وعرف أهمية ما يقوله "ديزل".. وكان بين هؤلاء "فريدرك كروب" من رجال صناعة الصلب العتيدين في ألمانيا.. وفي الحال أرسل في طلب "ديزل".. وقال له:

– يبدو لي أن محركا كالمحرك الذي تتكلم عنه، يعد تطورا جديدا هاما.. فإن تكاليف إدارته ستكون أرخص من تكاليف المحركات الأخرى المستعملة الآن. لأن زيت البترول أرخص بكثير من البنزيلن ولكني للآن لم أفهم كيف يعمل محركك بالضبط.

وكان سرور "ديزل" عظيما عندما أتيحت له الفرصة لتوضيح فكرته له. وقال:

– أنه محرك بأربعة (مشاوير).. مشوار المكبس الأول وهو المشوار الماص.. يمص الهواء فيملأ الأسطوانة.

والمشوار الثاني وهو مشوار الكبس يكبس الهواء حتى يصل ضغطه إلى خمسمائة رطل أو ستمائة على البوصة المربعة.. وبطبيعة الحال ستكون درجة حرارة هذا الهواء المضغوط عالية جدا.. حوالي (١٠٠٠ درجة فهرنهايت)..

والمشوار الثالث.. وهو مشوار القدرة. تشعل حرارة الهواء هذا الوقود.. أي الزيت الذي يضخ فينتشر رذاذا رفيعا جدا من فوهات خاصة داخل المكان

الذي كبس فيه الهواء الساخن.. فيشتعل الزيت بسرعة وتتمدد الغازات فيندفع المكبس، نازلا.. فتصل قدرته إلى عمود الإدارة عن طريق ذراع واصلة.

والمشوار الرابع وهو مشوار العادم حيث تطرد الغازات الناتجة من الاحتراق خلال صمام خاص.. لهذا.. كما ترى لا يحتاج هذا المحرك لشموع احتراق أو لخلاط (كاربيريتور) أنه محرك بسيط جدا.

وأخذ "كروب" يفكر في الأمر مليا.. ثم قال بعد تفكير عميق

– لا بأس من مساعدتك في تطوير هذا المحرك وسنمولك لتصنع محركا تجريبيا.

وبعد أن رسم "ديزل" خطة هذا المحرك بتفاصيلها، بدأ يعمل جاهدا لتنفيذها عمليا.

وفي البداية كانت محركات "ديزل" الأولى بطيئة الانتشار برغم الاقتصاد الكبير الذي تحققه. وذلك لأنها كانت تصنع في حجم كبير وكتلة ثقيلة جدا، وذلك لتتحمل الضغوط الهائلة التي يستلزمها ضغط الهواء العالي اللازم لإحراق الوقود. لذلك كان حجمها الكبير وثقلها عيبين عطلا انتشارها.

ولكن في هذه الأيام بعد تطوير المواد والمعادن استعيض عن الحديد والصلب بمواد قوية متينة، تحملها كبير.. في صنع محركات "ديزل".. وبذلك أصبح استعمال محرك "ديزل" ممكنا في أغلب الأغراض لخفة وزنه، ولا يبعد أبدا أن نسمع قريباً أن هذه المحركات قد استعملت في الطائرات.

الفهرس

الجزء الثاني

اختراعات في سبيل الصناعة